



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

TUGAS AKHIR TERAPAN - RC 146599

**RENCANA PENGOPERASIAN YANG OPTIMUM PADA
POTENSI AIR WADUK SELOREJO UNTUK
PEMBANGKIT LISTRIK DAN IRIGASI**

DIO DIKA ADHISTANA
NRP. 3116.040.507

Dosen Pembimbing
Dr. Ir. Kuntjoro, MT
NIP. 19580629 198703 1 002

PROGRAM STUDI DIPLOMA IV LANJUT JENJANG
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017



TUGAS AKHIR TERAPAN - RC146599

**RENCANA PENGOPERASIAN YANG OPTIMUM PADA
POTENSI AIR WADUK SELOREJO UNTUK
PEMBANGKIT LISTRIK DAN IRIGASI**

**DIO DIKA ADHISTANA
NRP. 3116.040.507**

**Dosen Pembimbing
Dr. Ir. Kuntjoro, MT
NIP. 19580629 198703 1 002**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA IV LANJUT JENJANG
DEPATEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017**



FINAL PROJECT - RC146599

**OPTIMUM OPERATING PLAN ON THE POTENTIAL OF
WATER AT SELOREJO DAM FOR POWER PLANT AND
IRRIGATION**

**DIO DIKA ADHISTANA
NRP. 3116.040.507**

**Counsellor Lecturer
Dr. Ir. KUNTJORO, MT
NIP.19580629 198703 1 002**

**STUDY PROGRAM OF D-IV IN ADVANCED (EXTENDED)
DEPARTMENT CIVIL INFRASTRUCTUR ENGINEERING
Faculty of Vocation
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2017**

LEMBAR PENGESAHAN

RENCANA PENGOPERASIAN YANG OPTIMUM PADA POTENSI AIR WADUK SELOREJO UNTUK PEMBANGKIT LISTRIK DAN IRIGASI

TUGAS AKHIR TERAPAN

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Sains Terapan (SST)

Pada

Program Studi Diploma IV Lanjut Jenjang

Departemen Teknik Infrastruktur Sipil

Fakultas Vokasi

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

Mahasiswa



Dio Dika Adhistana
3116.040.507

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Proyek Akhir :
Surabaya, Juli 2017



Dr. Ir. Kuntjoro, MT.
NIP.19580629 198703 1 002



ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN

Nama : 1 Dio Dika A. 2
NRP : 1 2
Judul Tugas Akhir : Rencana Pengoperasian yang Optimum pada Potensi Air Waduk Selorejo untuk Pembangkit Listrik & Irigasi
Dosen Pembimbing : Dr. Ir. Kuntjoro MT.

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
4	26/5 2017	- Model optimasi diperbaiki (uluti) - Dalam selver atau aplikasi PAM variabel lebih detail bulanan. - Melanjutkan optimasi irigasi dilihat dari luas tanam.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	5/6 2017	- Perhitungan neraca air existing DI. Siman.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	6/6 2017	- Perbandingan real dengan debit optimasi pada outflow PLTA Siman - Perbandingan eksisting inflow dan outflow pada Pola Tanam.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	15/5 2017	- Optimasi PLTA dilihat dari Turbinnya. - Pembuatan grafik perbandingan Turbin PLTA Inflow & outflow.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Ket
 B = Lebih cepat dari jadwal
 C = Sesuai dengan jadwal
 K = Terlambat dari jadwal



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS VOKASI


DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 Kampus ITS, Jl. Menur 127 Surabaya 60116
 Telp. 031-5947637 Fax. 031-5938025
<http://www.diplomasipil-its.ac.id>


ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN


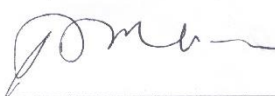
Nama : 1. Dio Dika A. 2
NRP : 1. 3116040507 2
Judul Tugas Akhir : Rencana Pengoperasian yang Optimum pada Potensi Air Waduk Selorejo untuk Pembangkit Listrik dan Irigasi.
Dosen Pembimbing : Dr. Ir. Kuntjoro, MT.



No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
1.	10/3 2017	- Melanjutkan Bab 4				
		- Data PLTA siman & Mendalan				
		- Data Kebutuhan Debit Irigasi		B	C	K
		<i>optimalisasi sistem</i>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		<i>→ Mekanisme Optimalisasi Sistem</i>				
				B	C	K
2.	31/3 2017	- Tidak menghitung rencana pola tanam		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		- Data PLTA PLTA siman & Mendalan		B	C	K
		- Melanjutkan perhitungan.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.	28/4 2017	- melanjutkan perhitungan Optimalisasi PLTA & Irigasi		B	C	K
		- menghitung harga produksi PLTA dan Irigasi		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		- membuat skema alur waduk Selorejo dengan jelas		B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

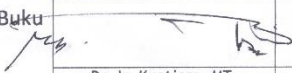
Ket. :
 B = Lebih cepat dari jadwal
 C = Sesuai dengan jadwal
 K = Terlambat dari jadwal

<p>7</p> 	<p align="center">BERITA ACARA TUGAS AKHIR TERAPAN PROGRAM STUDI DIPLOMA EMPAT LANJUT JENJANG TEKNIK SIPIL DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL FAKULTAS VOKASI ITS</p>	<p>No. Agenda : 037713/IT2.VI.8.1/PP.06.00/2017</p> <p>Tanggal : 7/10/2017</p>
---	---	---

Judul Tugas Akhir Terapan	Rencana Pengoperasian Potensi Air Waduk Selorejo untuk Pembangkit Listrik dan Irigasi		
Nama Mahasiswa	Dio Dika A.	NRP	3116040507
Dosen Pembimbing 1	Dr. Ir. Kuntjoro, MT. NIP 19580629 198703 1 002	Tanda tangan	
Dosen Pembimbing 2	NIP -	Tanda tangan	

URAIAN REVISI	Dosen Penguji
1. cek kapasitas / Volume KTH per lahan ini 2. $IT \text{ Revisi} = 290\% < IT \text{ existing} = 300\% \rightarrow$ maka pada bagian masalah & saran akan menggunakan alternatif "optimal" tersebut 3. cek volume waduk lama (230.000 m^3)	 Ir. Ismail Sa'ud, M.MT. NIP 19600517 198903 1 002
4. fungsi Constraint & keterbatasan values 5. Menggambar grafik hubungan & fungsi KTH & setiap KTH 6. cek kapasitas Waduk & 7. Grafik persamaan PLTA untuk per chart 8. Plotting Rumus grafik per chart 9. Constraint & of Rumus lagi	 Dr. Ir. Suharjoko, MT. NIP 19560119 198403 1 001 Tatas, ST., MT. NIP 19800621 200501 1 002
	NIP -

Persetujuan Hasil Revisi			
Dosen Penguji 1	Dosen Penguji 2	Dosen Penguji 3	Dosen Penguji 4
			
Ir. Ismail Sa'ud, M.MT. NIP 19600517 198903 1 002	Dr. Ir. Suharjoko, MT. NIP 19560119 198403 1 001	Tatas, ST., MT. NIP 19800621 200501 1 002	NIP -

Persetujuan Dosen Pembimbing Untuk Penjilidan Buku Laporan Tugas Akhir Terapan	Dosen Pembimbing 1	Dosen Pembimbing 2
	 Dr. Ir. Kuntjoro, MT.	

RENCANA PENGOPERASIAN YANG OPTIMUM PADA POTENSI AIR WADUK SELOREJO UNTUK PEMBANGKIT LISTRIK DAN IRIGASI

Nama Mahasiswa : DIO DIKA ADHISTANA
NRP : 3116.040.507
Dosen Pembimbing : Dr. Ir. KUNTJORO, MT
NIP : 19580629 198703 1 002

ABSTRAK

Waduk Selorejo terletak di desa Pandansari, kecamatan Ngantang, kabupaten Malang, difungsikan untuk menampung kelebihan air hujan dan debit S. Konto, S. Kwayangan, Lahar Kletak dan sungai-sungai kecil untuk disimpan dan digunakan untuk keperluan PLTA Selorejo, Mendalan, Siman serta daerah irigasi Siman. Dengan berubahnya iklim dan bertambahnya penduduk dalam penggunaan listrik dan kebutuhan sumber daya air yang berdampak pada ketidakseimbangan pengeluaran waduk. Dengan perubahan tersebut dapat dilakukan rencana operasi yang *optimum*.

Dalam pengolahan optimasi dibutuhkan data hidrologi debit inflow waduk Selorejo dan suplesi kali Konto Atas untuk irigasi dengan menentukan analisa debit andalan metode *basic year* per bulannya dengan peluang 80% dan debit untuk PLTA dengan metode penetapan daya teoritis. Selanjutnya, melakukan perhitungan evaporasi dan presipitasi dalam KTH kawasan waduk Selorejo menggunakan rumus *Seyhan (1990)* dan curah hujan rata-rata aljabar aritmatika. Pada pengolahan debit kebutuhan irigasi untuk menentukan Eto dipakai rumus *penman* metode FAO.

Dalam perencanaan operasi waduk ini, optimasi yang digunakan adalah menggunakan model program linier dengan aplikasi software *POM-QM Version 3.1* yang memaksimalkan intensitas tanam. Dari beberapa alternatif perhitungan debit teoritis PLTA, maka dipilih paling maksimum yang dimana didapatkan debit rencana teoritis 80% PLTA Selorejo sebesar $10,7 \text{ m}^3/\text{s}$ dalam

19,2 jam dengan produk listrik PLTA Selorejo dalam satu tahun periode sebesar 22.048,59 MWh, PLTA Mendalan sebesar 116.686,32 MWh, PLTA Siman 59.189,62 MWh dan dalam irigasi dihasilkan rencana pola tata tanam padi – padi – palawija dan tebu dalam satu tahun periode tanam dengan besar intensitas tanam 290,84% . Hasil dari rencana pengoperasian waduk Selorejo ini ialah rencana operasi daya listrik yang dihasilkan turbin PLTA Selorejo, Mendalan dan Siman serta rencana operasi debit irigasi waduk Siman dengan 2 pintu untuk wilayah irigasi Jombang dan Kediri dalam per-bulannya.

Kata Kunci : Rencana, Operasi, Waduk, Selorejo, Pembangkit Listrik, Irigasi, Optimasi.

OPTIMUM OPERATING PLAN ON THE POTENTIAL OF WATER AT SELOREJO DAM FOR POWER PLANT AND IRRIGATION

Student Name : **DIO DIKA ADHISTANA**
NRP : **3116.040.507**
Counsellor Lecturer : **Dr. Ir. KUNTJORO, MT**
NIP : **19580629 198703 1 002**

ABSTRACT

Selorejo Dam is located in Pandansari village, Ngantang sub-district, Malang regency, functioned to accommodate excess rain water and water discharge of Konto river's, Kwayangan river's, Lahar Kletak and small rivers to be stored and used for Selorejo, Mendalan and Siman hydropower plants and area irrigation Siman. With climate change and increasing population in electricity usage and water resource requirements that impact on the imbalance of reservoir spending. With these changes can be performed optimum operating plan.

In the optimization process, hydrological data of inflow water discharges of Selorejo Dam's and supplement of Upper Konto for irrigation by determining the basic debit analysis of basic year method per month with 80% chance and water discharge for PLTA with theoretical power determination method. Furthermore, the calculation of evaporation and precipitation in daily catchment pond Selorejo Dam area using Seyhan formula (1990) and average rainfall of arithmetic algebra. In the irrigation requirement debit processing to determine Eto is used penman formula FAO method.

In this dam operation planning, the optimization used is to use linear program model with POM-QM Version 3.1 software's application that maximizes the intensity of planting. From several alternative calculation of theoretical water discharge of hydropower plant, it is selected highest where the theoretical plan water discharge 80% Selorejo hydropower plant is $10.7 \text{ m}^3/\text{s}$ in

19.2 hours with Selorejo hydroelectric product in one year period of 22,048,59 MWh, hydropower plant Mendalan of 116.68,32 MWh, hydropower plant Siman of 59.189,62 MWh and in irrigation resulted the plan of cropping pattern rice - rice – crop and sugarcane in one year of planting period with big achievement of planting 290,84%. The result of Selorejo Dam operation plan is the operation plan of electricity power generated by Selorejo, Mendalan, Siman hydroelectric turbines and Siman irrigation water discharge operation plan with 2 doors operation for Jombang and Kediri irrigation area per month.

Key Words : Planning, Exploitation, Dam, Selorejo, Hydroelectric, Irrigation, Optimum.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kepada kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat serta hidayahnya kepada kami sehingga dapat menyelesaikan Proposal Tugas Akhir Terapan dengan judul “Rencana Pengoperasian yang Optimum Potensi Air Waduk Selorejo, Kec. Ngatang, Kab. Malang untuk Pembangkit Listrik dan Irigasi”

Proyek akhir ini merupakan salah satu syarat kelulusan bagi seluruh mahasiswa dalam menempuh pendidikan pada program studi D4-LJ Teknik Sipil FTSP ITS.

Proyek akhir ini disusun dengan tujuan untuk mengetahui apakah diperlukan pengoperasian potensi air waduk Selorejo yang optimal atau tidak untuk irigasi dan PLTA (Pembangkit Listrik Tenaga Air) dianalisa dengan program linier. Sehingga dapat diterapkan dalam operasi waduk Selorejo.

Kami ucapkan terimakasih atas bimbingan, arahan, serta bantuan dari :

1. Bapak Dr. Machsus, ST.,MT., selaku Kepala Departemen Teknik Infrastruktur Sipil,
2. Bapak Dr. Ir. Kuntjoro, MT., selaku dosen pembimbing tugas akhir terapan,
3. Bapak Ir. FX Didik Harijanto selaku dosen wali,
4. Ibu Nevi selaku staff Perusahaan Umum Jasa Tirta 1 Malang
5. Bapak Agus SE. selaku staff Dinas Pekerjaan Umum Kediri
6. Bapak Catur selaku kapala bidang pengairan UPTD Puncu Selodono Kota Kediri
7. Kedua orang tua saya yang selalu memberikan motivasi dan doa,

8. Rekan – rekan D4 Teknik Infrastruktur Sipil FTSP ITS serta semua pihak yang membantu dalam menyelesaikan Tugas Akhir Terapan ini yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu.

Saya menyadari bahwa dalam penulisan Proposal Tugas Akhir Terapan ini masih terdapat kekurangan. Oleh karena itu, kami mengharapkan adanya kritik dan saran yang membangun demi terciptanya hasil yang lebih baik.

Surabaya, Juli 2017

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	iv
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xix
BAB I PENDAHULUAN	23
1.1. Latar Belakang.....	23
1.2. Rumusan Masalah	24
1.3. Batasan Masalah.....	25
1.4. Maksud dan Tujuan.....	25
1.5. Manfaat.....	26
1.6. Lokasi Studi.....	27
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	29
2.1. Umum.....	29
2.2. Data Teknis Waduk Selorejo.....	29
2.3. Data Teknis Kolam Tampungan Harian Mendalan dan Siman.....	30
2.4. Data Teknis Waduk Siman.....	31
2.5. Data Teknis Pembangkit Listrik.....	31
2.6. Kondisi Obyek Terkini	32
2.7. Dasar Teori.....	41
2.7.1. Operasi Waduk	41
2.7.2. Kebutuhan Air Irigasi	44
2.7.3. PLTA (Pembangkit Listrik Tenaga Air).....	45
2.7.4. Teori Optimasi dengan Program Linier (Linear Programming).....	46
2.8. Penelitian Terdahulu.....	47
2.5. Operasi Eksisting Waduk	48
2.6. Analisis Data	49
2.6.1. Menentukan Debit Inflow	49
2.6.2. Penetapan Besarnya Potensi	52
2.6.3. Perhitungan Evaporasi	52

2.6.4.	Perhitungan Presipitasi.....	57
2.6.5.	Analisa Kapasitas Waduk	58
2.6.6.	Menentukan Lengkung Kapasitas Waduk	58
2.6.7.	Perhitungan Mass Curve	60
2.6.8.	Menentukan Debit Outflow	62
2.6.9.	Analisa Kebutuhan Air Untuk Irigasi	62
2.6.10.	Analisa Kebutuhan Daya Listrik.....	72
2.6.11.	Perhitungan Water Balance & Simulasi Operasi Waduk.....	72
2.6.12.	Optimasi Linear dengan Program POM-QM For Windows Version 3.1	74
BAB III METODOLOGI		85
3.1.	Pendahuluan.....	86
3.2.	Survey Lokasi	86
3.3.	Dasar Teori	86
3.4.	Persiapan.....	86
3.5.	Pengumpulan Data.....	87
3.6.	Analisa	88
3.7.	Proyeksi Neraca Air dalam Operasi Waduk	88
3.8.	Kesimpulan.....	88
3.9.	Flowchart Metodologi	89
BAB IV ANALISA HIDROLOGI DAN KEBUTUHAN LISTRIK PADA KAWASAN WADUK SELOREJO		93
4.1.	Perhitungan Hidrologi Kawasan Waduk Selorejo.....	96
4.1.1.	Analisa Debit	96
4.1.2.	Penetapan Debit Andalan atau Debit Teoritis Pada PLTA Selorejo	101
4.1.3.	Perhitungan Evaporasi	111
4.1.4.	Perhitungan Presipitasi.....	121
4.1.5.	Perhitungan Kapasitas Tampung Waduk Selorejo	125
4.2.	Perhitungan Debit PLTA	134
4.2.1.	Perhitungan Debit PLTA Mendalan	134
4.2.2.	Perhitungan Debit PLTA Siman	135

BAB V ANALISA KEBUTUHAN AIR DAERAH IRIGASI SIMAN	139
5.1. Perhitungan Hidrologi Daerah Irigasi Siman	139
5.1.1. Curah Hujan Rata-rata	139
5.1.2. Curah Hujan Efektif.....	139
5.1.3. Curah Hujan Efektif untuk Tanaman Padi, Tebu, dan Palawija.....	143
5.1.4. Perhitungan Debit Andalan.....	145
5.1.5. Evapotranspirasi.....	154
5.2. Perhitungan Kebutuhan Air untuk Tanaman	161
5.2.1. Kebutuhan Air untuk Penyiapan Lahan (LP).....	161
5.2.2. Perhitungan Pergantian Lapisan Air	162
5.2.3. Perhitungan Kebutuhan Air Irigasi	162
5.2.4. Pola Tanam	162
5.2.5. Neraca Air (Water Balance)	162
5.2.6. Intensitas Tanam	163
BAB VI ANALISA OPTIMASI PEMBANGKIT LISTRIK DAN IRIGASI	173
6.1. Rencana Pola Operasi PLTA dan Irigasi	173
6.2. Neraca Air (Water Balance)	173
6.3. Optimasi Produktifitas Listrik PLTA di Kawasan Pengairan Waduk Selorejo	174
6.3.1. Fungsi Tujuan	175
6.3.2. Fungsi Kendala	177
6.3.3. Analisa Optimasi Menggunakan Aplikasi PQM For Windows 3	203
6.4. Rencana Eksploitasi Kebutuhan Listrik dan Irigasi.....	212
6.4.1. Hasil Rencana Eksploitasi Kebutuhan Listrik	222
6.4.2. Hasil Rencana Eksploitasi Kebutuhan Irigasi.....	224
6.5. Perhitungan Mass Curve.....	245
6.5.1. Perhitungan Mass Curve pada KTH Mendalan	245
6.5.2. Perhitungan Mass Curve pada KTH Siman	257
6.5.3. Perhitungan Mass Curve pada Waduk Siman	269
BAB VII KESIMPULAN & SARAN	273
7.1 Kesimpulan.....	273

7.2 Saran	274
DAFTAR PUSTAKA.....	277
LAMPIRAN	279

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1.	Lokasi Bendungan Selorejo	27
Gambar 1.2.	Lokasi PLTA Selorejo (google maps).....	27
Gambar 1.3.	Penstock PLTA	33
Gambar 1.4.	Waduk Selorejo	33
Gambar 1.5.	Spillway Bendungan Selorejo	33
Gambar 1.6.	Sungai Kali Konto Inflow Waduk Selorejo	33
Gambar 1.7.	Pipa Pesat Mendalan	34
Gambar 1.8.	Pertemuan Pembuangan Air PLTA Siman Ke Taillrace.....	34
Gambar 1.9.	Pintu Lemurung Daerah Irigasi Siman.....	34
Gambar 1.10.	Skema Alokasi Air Waduk Selorejo dalam Daerah Irigasi di Wilayah Sungai Brantas (Sumber : Perum Jasa Tirta 1 Malang).....	35
Gambar 1.11.	Peta Alokasi Waduk Selorejo (PJT 1).....	36
Gambar 1.12.	Cascading PLTA Selorejo, PLTA Mendalan, dan PLTA Siman (PT. PJB).....	37
Gambar 2.13.	Contoh Grafik Neraca Air Rencana Irigasi Waduk Lamong (Neraca Air Buku Nasional, Buku Ditjen SDA 2015)	42
Gambar 2.14.	Grafik Neraca Air PLTA Rupper-swill Auen Stein, Swiss (OF.Patty, Tenaga Air – 1995)	43
Gambar 2.15.	Karakteristik Waduk	44
Gambar 2.16.	Proses Konversi Energi dalam PLTA	45
Gambar 2.17.	Skema Model Optimasi	46
Gambar 2.18.	Contoh Grafik Duration Curve.....	51
Gambar 2.19.	Contoh Grafik Duration Curve dengan Penunjukkan Debit.....	51
Gambar 2.20.	Grafik Hubungan Elevasi, Luas, dan Volume	60
Gambar 3.21.	Contoh Grafik Mass Curve	61
Gambar 2.22.	Aplikasi POM-QM.....	75
Gambar 2.23.	Jendela Program POM-QM.....	82

Gambar 2.24. Tampilan Pembuatan Jumlah Variabel Kendala dan penetapan Optimasi	82
Gambar 2.25. Lembar Kerja POM-QM	83
Gambar 3.26. Flowchart Perencanaan Operasi yang Optimum Waduk Selorejo	89
Gambar 4.27. Layout Alokasi Air Waduk Selorejo	94
Gambar 4.28. Grafik Duration Curve (Sumber : Hasil Perhitungan)	105
Gambar 4.29. Kontur Dua Dimensi Waduk Selorejo 2014 (Sumber : Perum Jasa Tirta 1 Malang).....	126
Gambar 4.30. Kontur Tiga Dimensi Waduk Selorejo 2014 (Sumber : Perum Jasa Tirta 1 Malang).....	127
Gambar 3.31. Scatter Bar	128
Gambar 4.32. Jendela Data	129
Gambar 4.33. Kurva Tampungan Waduk	129
Gambar 4.34. Jendela Add Trendline.....	130
Gambar 4.35. Jendela Data Series.....	131
Gambar 4.36. Jendela Format Axis.....	132
Gambar 4.37. Kurva Tampungan Waduk Selorejo (Sumber : Hasil Perhitungan)	133
Gambar 4.38. Skema Alur KTH Siman Menuju PLTA Siman (PJT 1).....	136
Gambar 6.39. Skema Aliran Waduk Selorejo	195
Gambar 6.40. Skema Aliran PLTA Siman Menuju Waduk Siman-1	196
Gambar 6.41. Skema Aliran PLTA Siman Menuju Waduk Siman-2	197
Gambar 6.42. Jendela Kolom Equation Form.....	206
Gambar 6.43. Lembar Kerja PQM.....	207
Gambar 6.44. Lembar Kerja PQM dengan Pengubahan Nama Kolom.....	208
Gambar 6.45. Jendela Solution List pada PQM-1	209
Gambar 6.46. Jendela Solution List pada PQM-2.....	211
Gambar 6.47. Jendela Solution List pada PQM-3.....	212

Gambar 6.48. Hasil Solver Luas Tanam pada PQM dengan Rencana-1.....	214
Gambar 6.49. Hasil Solver Luas Tanam pada PQM dengan Rencana-2.....	216
Gambar 6.50. Hasil Solver Luas Tanam pada PQM dengan Rencana-3.....	217
Gambar 6.51. Hasil Solver Luas Tanam pada PQM dengan Rencana-4.....	219
Gambar 6.52. Hasil Solver Luas Tanam pada PQM dengan Rencana-5.....	220
Gambar 6.53. Neraca Air PLTA Selorejo.....	233
Gambar 6.54. Grafik Produk Listrik pada Turbin PLTA Selorejo	234
Gambar 6.55. Grafik Produksi Listrik Turbin PLTA Mendalan	235
Gambar 6.56. Grafik Produksi Listrik Turbin PLTA Siman.....	236
Gambar 6.57. Grafik Fluktuasi Rencana Operasi Waduk Selorejo	240
Gambar 6.58. Neraca Air Rencana Global Pola Operasi Waduk Siman.....	242
Gambar 6.59. Neraca Air Rencana Global Pola Operasi di Bendung D. Damarwulan bagian Jombang	244
Gambar 6.60. Grafik Mass Curve KTH Mendalan	254
Gambar 6.61. Grafik Perbandingan Jumlah Volume Inflow-Outflow yang Masuk Turbin PLTA Mendalan ..	255
Gambar 6.62. Grafik Hubungan Volume Akhir vs Volume Max pada KTH Mendalan	256
Gambar 6.63. Grafik Mass Curve KTH Siman.....	266
Gambar 6.64. Grafik Operasi Jumlah Volume yang Masuk Turbin PLTA Siman.....	267
Gambar 6.65. Grafik Hubungan Volume Akhir vs Volume Max pada KTH Siman.....	268
Gambar 6.66. Grafik Mass Curve Waduk Siman	271

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1.	Produksi Listrik PLTA Selorejo Tahun 2016 (Januari-Juli)	38
Tabel 1.2.	Produksi Listrik PLTA Selorejo Tahun 2016 (Agustus-Desember)	38
Tabel 2.3.	Konversi Suhu ke Tekanan Uap Air Jenuh Es	55
Tabel 2.4.	Contoh Perhitungan Mass Curve	61
Tabel 2.5.	Perencanaan Pola Tata Tanam	64
Tabel 2.6.	Sistem Golongan	65
Tabel 2.7.	Kebutuhan Air Irigasi Selama Penyiapan Lahan (Ir)	67
Tabel 2.8.	Koefisien Tanaman untuk Padi (Kc)	68
Tabel 2.9.	Koefisien Tanaman untuk Tebu	69
Tabel 2.10.	Koefisien Tanaman untuk Palawija	70
Tabel 4.11.	Data Debit Inflow Waduk Selorejo Selama 10 Tahun (2006-2015)	98
Tabel 4.12.	Perhitungan Probabilitas Debit Inflow Pola Tahun Kering, Normal dan Basah	99
Tabel 4.13.	Perhitungan Duration Curve	104
Tabel 4.14.	Rekapitulasi Data Teoritis Debit pada PLTA Selorejo	110
Tabel 4.15.	Data Suhu di kawasan Waduk Selorejo	114
Tabel 4.16.	Perhitungan Evaporasi di Waduk Selorejo	115
Tabel 4.17.	Data Suhu di Kawasan Mendalan	117
Tabel 4.18.	Perhitungan Evaporasi di KTH Mendalan	119
Tabel 4.19.	Perhitungan Evaporasi di KTH Siman	120
Tabel 4.20.	Data Curah Hujan Kasembon	123
Tabel 4.21.	Perhitungan Presipitasi Kolam Tampungan Harian Mendalan	123
Tabel 4.22.	Data Curah Hujan Kasembon	124
Tabel 4.23.	Perhitungan Presipitasi Kolam Tampungan Harian Siman	124
Tabel 4.24.	Luas Area Genangan	125

Tabel 4.25.	Perhitungan Kapasitas Waduk Selorejo	127
Tabel 5.26.	Data rata-rata Curah Hujan 10 harian	141
Tabel 5.27.	Curah Hujan R_{80}	142
Tabel 5.28.	Perhitugn Curah Hujan Efektif (Re)	144
Tabel 5.29.	Data Debit Sungai Kali Konto Atas sebagai Suplesi DI. Siman	147
Tabel 5.30.	Debit Andalan Sungai Kali Konto Atas sebagai Suplesi DI. Siman	150
Tabel 5.31.	Perhitungan Evapotranspirasi	159
Tabel 5.32.	Perhitungan Kebutuhan Air untuk Penyiapan Lahan..	161
Tabel 5.33.	Perhitungan Teoritis Kebutuhan Air untuk Padi-Biasa	165
Tabel 5.34.	Perhitungan Teoritis Kebutuhan Air untuk Palawija- Jagung	167
Tabel 5.35.	Perhitungan Teoritis Kebutuhan Air untuk Tebu..	169
Tabel 5.36.	Rekapitulasi Kebutuhan Air Bulanan Rata-rata....	171
Tabel 5.37.	Perhitungan Debit Kebutuhan Air Irigasi	172
Tabel 6.38.	Rekapitulasi Presiptasi, Evaporasi dan Debit Inflow Waduk Selorejo.....	199
Tabel 6.39.	Perhitungan Selisih Volume dengan Evaporasi-1.	200
Tabel 6.40.	Perhitungan Selisih Volume dengan Evaporasi-2.	200
Tabel 6.41.	Rekapitulasi Debit Kali Konto Atas-1	201
Tabel 6.42.	Rekapitulasi Debit Kali Konto Atas-2	201
Tabel 6.43.	Rekapitulasi Debit Kali Konto Atas-3	201
Tabel 6.44.	Perhitungan Konversi Debit Teoritis dalam Setahun Penuh.....	213
Tabel 6.45.	Perhitungsn Intensitas Tanam Rencana-1	215
Tabel 6.46.	Perhitungsn Intensitas Tanam Rencana-2	216
Tabel 6.47.	Perhitungsn Intensitas Tanam Rencana-3	218
Tabel 6.48.	Perhitungsn Intensitas Tanam Rencana-4	219
Tabel 6.49.	Perhitungan Intensitas Tanam Rencana-5	221
Tabel 6.50.	Hasil Perhitungan Kapasitas Lengkung	223
Tabel 6.51.	Hasil Optimasi Kebutuhan Air untuk Turbin PLTA dalam Volume (m^3).....	227

Tabel 6.52.	Hasil Optimasi Rotasi Kebutuhan Turbin Air untuk PLTA dalam Volume (m ³).....	228
Tabel 6.53.	Hasil Optimasi Debit Air yang Masuk Turbin PLTA.	229
Tabel 6.54.	Hasil Optimasi Operasi Daya Listrik Turbin PLTA	230
Tabel 6.55.	Hasil Optimasi Rotasi Kebutuhan Turbin Air untuk PLTA dalam Volume (m ³).....	231
Tabel 6.56.	Rencana Perhitungan Penentuan Elevasi Akhir Muka Air Waduk Selorejo	237
Tabel 6.57.	Perhitungan Rencana Eksploitasi Global DI. Siman untuk Kab. Kediri (K. Serinjing dan Siman II).....	241
Tabel 6.58.	Rencana Pola Tata Tanam DI. Siman untuk Kabupaten Kediri (K. Serinjing & Siman II).....	242
Tabel 6.59.	Perhitungan Rencana Eksploitasi Global DI. Siman untuk Kab. Jombang (K. Lemurung)	243
Tabel 6.60.	Rencana Pola Tata Tanam DI. Siman untuk Kabupaten Jombang (K. Lemurung).....	244
Tabel 6.61.	Perhitugan Mass Curve KTH Mendalan.....	247
Tabel 6.62.	Perhitugan Mass Curve KTH Siman Harian dalam Bulan Januari	259
Tabel 6.63.	Perhitungan Mass Curve Waduk Siman	270

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Semakin cepat bertambahnya jumlah penduduk di Indonesia, masa depan yang aman bagi pengguna air di banyak dunia tetap sulit dipahami. Perencanaan dan pengelolaan sumber daya air merupakan pekerjaan yang tidak mudah, terutama ketika mencakup masalah nasional yang luas (Montarcih L, 2010:216).

Masalah utama yang dihadapi dalam pendistribusian air adalah tempat, jumlah, waktu, dan mutu air. Banyak upaya yang dilakukan untuk memenuhi kebutuhan air, baik selama musim penghujan maupun musim kemarau yaitu salah satunya adalah dengan pembangunan waduk.

Waduk Selorejo adalah waduk atau bendungan yang terletak di desa Pandansari, di kaki Gunung Kelud, kecamatan Ngantang, ± 43 kilometer arah Barat dari Kota Malang. Waduk Selorejo merupakan salah satu bendungan yang terkenal dengan wisatanya yang memukau. Namun di lain sisi keindahannya, waduk Selorejo juga difungsikan sebagai menampung aliran sungai Kali Konto, Lahar Kletak, Kali Kwayangan dan beberapa sungai kecil. Yang di tampung pada saat musim hujan dan digunakan pada saat musim kemarau. Dengan perencanaan luas genangan waduk Selorejo sebesar 2.657.200 m² dan total volume sebanyak 50 juta m³ maka dengan volume tersebut Bendungan Selorejo dibangun guna sebagai pembangkit listrik dan sarana memenuhi kebutuhan air untuk daerah irigasi seluas 23.060 *Hektare* yang berlokasi di daerah Kediri dan Jombang. dengan adanya waduk ini dapat meningkatkan perekonomian dan kesejahteraan masyarakat di daerah irigasi hilir waduk Selorejo, dan masyarakat sekitarnya yang pada umumnya yang sebagian besar bermata pencarian sebagai petani.

Pada awal pembangunan waduk Selorejo direncanakan sebagai PLTA untuk beban puncak dengan menghasilkan daya

listrik sebesar 4,5 Mega Watt dengan 1 turbin dan generator yang bekerja pada musim kemarau.

Seiring bertambahnya penduduk dan industri dalam aktivitas penggunaan listrik dan kebutuhan sumber daya air berdampak pada ketidakseimbangan pengeluaran waduk dalam penggunaan lahan sawah. Dengan perubahan tersebut dapat menyebabkan adanya perubahan prosentase pembagian debit outflow waduk. Di Indonesia, mengalami perubahan musim. Pergeseran tersebut terjadi dua musim yakni musim kemarau dan musim hujan. Penyebab perubahan musim dapat berpengaruh dalam penggunaan air waduk Selorejo. Potensi air waduk Selorejo yang digunakan sebagaimana mestinya yang diiringi dengan dipercepat secara signifikan oleh bertambahnya populasi manusia dalam aktivitas penggunaan listrik dan kebutuhan air irigasi maka dengan penyebab tersebut dapat dilakukan rencana operasi optimum yang dapat meningkatkan perekonomian dan kesejahteraan masyarakat.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, maka saya merumuskan beberapa permasalahan yang terjadi antara lain sebagai berikut:

1. Berapa debit andalan yang dapat digunakan untuk keperluan PLTA Selorejo dan irigasi saat ini serta setelah rencana pengoperasian yang optimum ?
2. Rencana Pengoperasian yang optimum apa saja yang harus dikerjakan untuk PLTA dan irigasi di waduk selorejo ?
3. Bagaimana perbandingan antara daya listrik yang dihasilkan PLTA selorejo saat sebelum dan sesudah rencana pengoperasian ?
4. Bagaimana perbandingan kebutuhan dalam irigasi di daerah waduk selorejo saat sebelum dan sesudah rencana pengoperasian ?

5. Alternatif apa yang akan dilakukan dalam rencana pengoperasian yang optimum di waduk Selorejo?
6. Bagaimana perbandingan prosentase pemanfaatan air yang digunakan PLTA, irigasi dan yang akan melimpas ke sungai brantas saat ini serta setelah menemukan alternatif yang cocok dalam rencana pengoperasian yang optimum?

1.3. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penyusunan tugas akhir ini adalah :

1. Tugas akhir ini mencakup fungsi optimasi bendungan Selorejo sebagai PLTA dan irigasi dengan memperhitungkan volume air maksimum yang didapat PLTA selorejo dan daerah irigasinya dengan metode program linier.
2. Tidak memperhitungkan resapan air waduk yang meresap ke dalam tanah. Tanah pada dasar waduk diasumsikan jenuh akan air.
3. Tidak memperhtuungkan degradasi sedimentasi waduk dalam 10,60,180 dan 200 tahun mendatang, dikarenakan data pengukuran sedimentasi tidak dapat. Sehingga perencanaan optimasi operasi waduk dilakukan dengan data volume selama tahun 2006-2015.
4. Dalam rencana pengoperasi waduk Selorejo dalam PLTA dan irigasi digunakan asumsi operasi potensi air waduk secara serentak.

1.4. Maksud dan Tujuan

Tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah :

1. Dapat diketahui debit andalan yang dapat digunakan untuk keperluan PLTA Selorejo dan irigasi.
2. Untuk mengetahui rencana operasi yang optimum dalam mengoperasikan PLTA dan irigasi.

3. Untuk mengetahui perbandingan antara besar daya listrik yang dihasilkan PLTA Selorejo saat sebelum dan sesudah rencana pengoperasian yang optimum.
4. Untuk mengetahui perbandingan antara kebutuhan air irigasi di daerah waduk selorejo sebelum dan sesudah rencana pengoperasian yang optimum.
5. Untuk mengetahui alternatif-alternatif yang dilakukan dalam rencana pengoperasian yang optimum di waduk Selorejo.
6. Untuk mengetahui perbandingan prosentase pemanfaatan air yang digunakan PLTA, irigasi dan yang akan melimpas ke sungai brantas saat ini serta setelah menemukan alternatif yang cocok dalam rencana pengoperasian yang optimum.

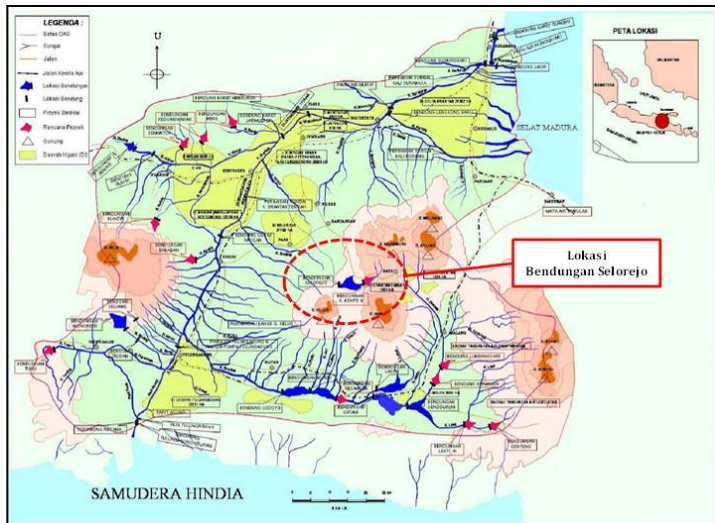
1.5. Manfaat

Manfaat yang dapat diberikan dari Tugas Akhir ini adalah :

1. Membandingkan besar daya listrik yang dihasilkan PLTA Selorejo saat perencanaan dengan besar daya listrik yang dihasilkan saat ini, sehingga dapat diketahui langkah rencana operasi yang paling optimum untuk dapat diterapkan di Waduk Selorejo.
2. Membandingkan besar kebutuhan air irigasi Selorejo saat perencanaan dengan besar kebutuhan irigasi saat ini, sehingga dapat diketahui langkah alternatif rencana operasi yang paling optimum untuk dapat diterapkan di Waduk Selorejo.
3. Dengan langkah rencana operasi yang optimum dapat menambah supply daya listrik PLTA Selorejo yang memenuhi kebutuhan listrik pada beban puncak dan kebutuhan air daerah irigasi barat waduk Selorejo.

1.6. Lokasi Studi

Lokasi studi bendungan Selorejo dan PLTAny berada di daerah Malang tepatnya di kaki gunung Kelud terlihat seperti 1.1 dan 1.2 berikut



Gambar 1.1. Lokasi Bendungan Selorejo



Gambar 1.2. Lokasi PLTA Selorejo (google maps)

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Umum

Waduk adalah tampungan untuk menyimpan air pada waktu kelebihan agar dapat dipakai pada waktu diperlukan (Soedibyo,2003:7). Manajemen air (*water management*) di waduk merupakan usaha untuk mengatur dan mengendalikan jumlah air yang masuk dan keluar dari waduk. Air yang dikendalikan adalah air hasil tampungan waduk dari air hujan maupun sungai yang memasok debit kedalam waduk. Pembangunan waduk perlu memperhatikan analisa tentang produksi dan kapasitas.

Waduk Selorejo yang berada sekitar 43 km dari arah barat kota Malang pada koordinat 07° 51'54,4" Lintang Selatan 112° 21'40,1" Bujur Timur. Secara umum kondisi topografi lokasi bendungan Selorejo merupakan Daerah Aliran sungai besar dari Kali Konto, Lahar Kletak, Kali Kwayangan, dan beberapa sungai kecil yang terletak di kaki Gunung Kelud dengan ketinggian 600 mdpl (meter di atas permukaan laut). Secara administratif, kewilayah, bendungan ini terletak di dusun Selorejo Desa Pandasari Kecamatan Ngantang, Kabupaten Malang, Propinsi Jawa Timur, Indonesia yang dikelola perusahaan Umum (Perum) Jasa Tirta 1 yang tujuannya untuk :

- Pengendalian banjir
- Pembangkit listrik dengan daya 1 x 4,5 MW (45 juta kWh/tahun) dengan turbin Kaplan
- Penyediaan air irigasi 4,5 m³/dt di daerah irigasi untuk daerah Kediri dan Jombang seluas 23.060 ha
- Pariwisata dan perikanan darat

2.2. Data Teknis Waduk Selorejo

Data teknis awal pembangunan (diambil dari “Buku Bendungan Indonesia)

1. Hidrologi

Sungai

: Anak sungai ➔ K. Konto

Induk sungai → K. Brantas

Luas Daerah Aliran Sungai : 236 km²

2. Waduk

2.1. Elevasi dan Luas Muka Air (MA) Waduk :

- Tinggi muka air banjir : El. 622,6 m,
- Tinggi muka air normal : El. 622,00 m,
- Tinggi muka air rendah (operasional) : El. 606,00 m,
- Tinggi muka air rendah (kekeringan) : El. 598,00 m,

2.3. Data Teknis Kolam Tampungan Harian Mendalan dan Siman

2.3.1. KTH Mendalan / Waduk Sekuli

Kolam tampungan harian Mendalan digunakan untuk menampung air yang didapat untuk menggerakkan turbin PLTA Mendalan yang diamana tampungan air KTH mendalan keluaran dari PLTA Selorejo. Data Spesifikasi KTH PLTA Mendalan

Kapasitas : Kolam 1 berkapasitas 100.000 m³
 Kolam 2 berkapasitas 40.000 m³,
 Total 140.000 m³.

2.3.2. KTH Siman

Kolam tampungan harian siman digunakan untuk menampung air yang didapat dari keluaran aliran pembangkit PLTA mendalan dan dari aliran tambahan (suplesi). KTH PLTA Siman mempunyai ketinggian maksimum 4,75 m dengan volume air 100.000 m³.

Data spesifikasi KTH PLTA Siman :

- a. Kapasitas : 100.000 m³
- b. Tinggi kolam : 4,75 m
- c. Luas dasar : 21.276 m²

2.4. Data Teknis Waduk Siman

Waduk siman dengan menempati wilayah seluas 50,000 m², memiliki kedalaman rata-rata 3,50 m. Adapun kapasitas volume yang bisa ditampung waduk Siman yakni sebesar 230.000 m³.

2.5. Data Teknis Pembangkit Listrik

2.5.1. PLTA Selorejo

Data teknis PLTA Selorejo (Perum Jasa Tirta 1)

- Tipe Turbin : Kaplan
- Tinggi efektif : 38,5 m
- Efisiensi turbin : 80 %
- Jumlah : 1 buah

2.5.2. PLTA Mendalan

Data teknis PLTA Mendalan (diambil dari “Buku Laporan Tahunan PT. PJB 2016)

- Tipe Turbin : Francis Vertical
- Daya : 1 ×5,6 MW dan 3×5,8 MW
- Jumlah : 4 buah

2.5.3. PLTA Siman

Data teknis PLTA Siman (diambil dari “Buku Laporan Tahunan PT. PJB 2016)

- Tipe Turbin : Francis Vertical
- Daya : 3 x 3,6 MW
- Efisiensi turbin : 0,8
- Tinggi efektif jatuh turbin (H) : 104,75 m
- Pemakaian air per turbin rata-rata (Q) : 4.379 m³/s
- Pemakaian air turbin rata-rata tiap 1 MW : 1.25 m³/s

2.6. Kondisi Obyek Terkini

Waduk selorejo merupakan sumber air untuk Daerah Irigasi (DI) Siman. Bendungan Selorejo juga sebagai pengambilan utama dalam penggunaan daya listrik. Dalam pendistribusian air dapat dilihat pada gambar 1.11. dimana air dari waduk Selorejo didistribusikan melalui PLTA Selorejo lalu diarah alirkan ke kolam tampungan dan selanjutnya dialirkan ke PLTA Mendalan. Kemudian dari PLTA Mendalan membawa air langsung ke PLTA Siman dan di tampung waduk Siman lalu membagi air untuk Irigasi.

2.6.1. Kondisi Eksisting Jaringan Irigasi

Kondisi eksisting merupakan kondisi jaringan irigasi yang keadaannya sesuai di lapangan. Kondisi Jaringan Irigasi DI. Siman secara keseluruhan masih normal baik bangunan utama, bangunan, dan saluran. Akan tetapi terdapat beberapa kerusakan dan hilangnya pintu pengatur air, tidak adanya tanggul pada saluran suplesi sehingga terjadi kebocoran dan sedimentasi pada saluran pembawa yang mengakibatkan debit yang dialirkan ke sawah tidak tercapai dengan yang diharapkan serta terjadi banjir pada area sekitar saluran pembuang karena pendangkalan sehingga kelebihan air di saluran pembawa dan ketika hujan lebat tidak bisa disalurkan kembali ke sungai.

2.6.2. Kondisi Eksisting Pembangkit Listrik

Kondisi eksisting pembangkit merupakan kondisi kondisi pendayagunaan air dalam listrik yang keadaannya sesuai di lapangan. Tiga pembangkit listrik pada alokasi air waduk selorejo keadaannya pada energi yang didapatkan pada PLTA Selorejo semakin menurun yang awal pembangunannya mendapatkan 45 juta/kWh per tahun dan pada tahun 2016 mendapatkan 29 juta/kWh. Untuk lebih jelasnya, dapat dilihat pada tabel 1.1. dan 1.2. dari Perusahaan Umum Jasa Tirta 1.



**Gambar 1.3. Sungai Kali Konto
Inflow Waduk Selorejo**



Gambar 1.4. Penstock PLTA



Gambar 1.5. Waduk Selorejo



**Gambar 1.6. Spillway
Bendungan Selorejo**



Gambar 1.7. Pipa Pesat Mendalan

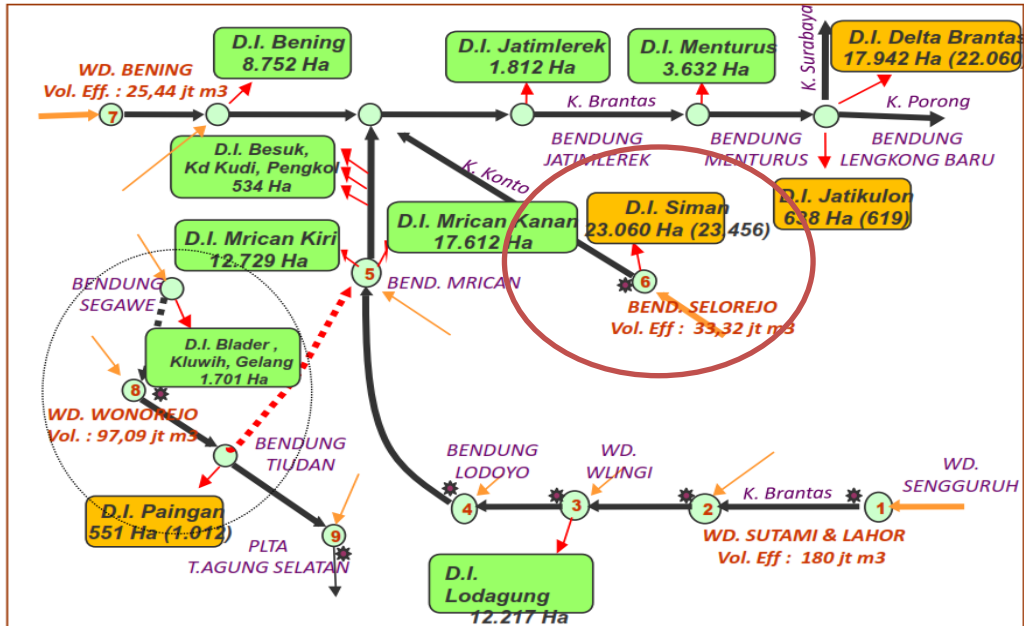


Gambar 1.8. Pertemuan Pembuangan Air PLTA Siman Ke Tailrace

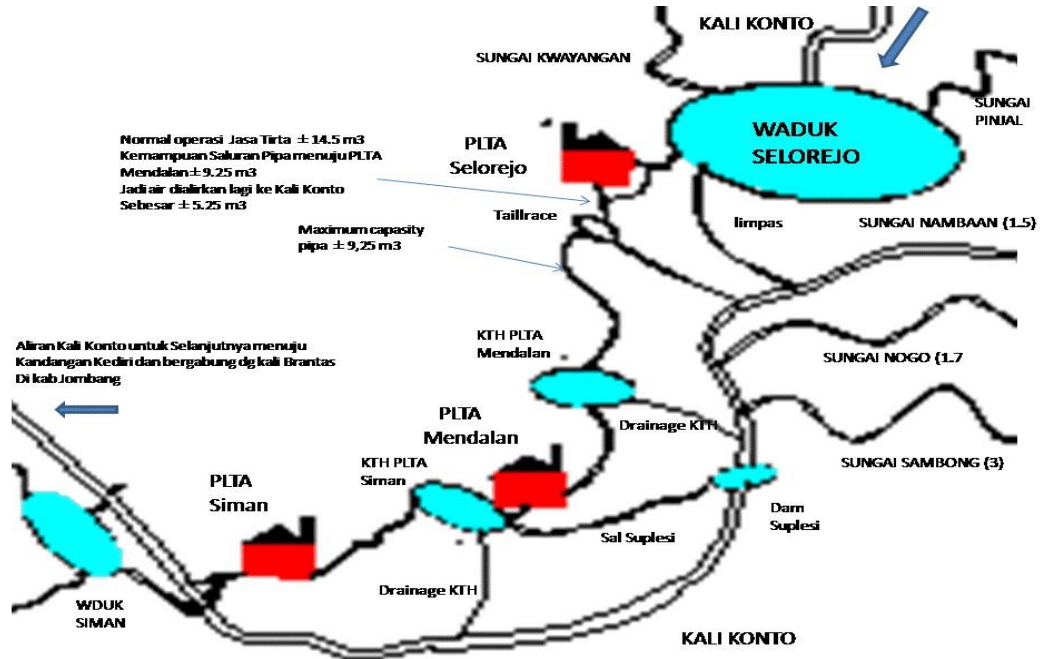


Gambar 1.9. Pintu Lemurung Daerah Irigasi Siman

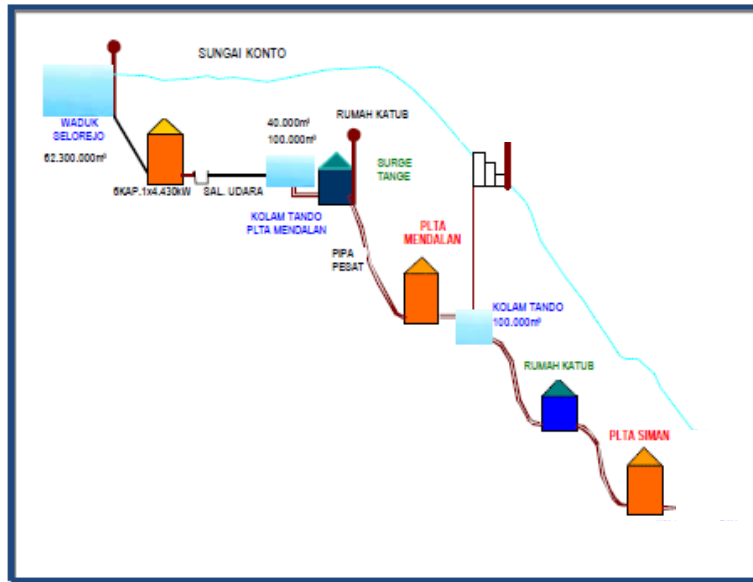
SKEMA ALOKASI AIR DAN LUAS DAERAH IRIGASI DI WILAYAH SUNGAI BRANTAS



Gambar 1.10. Skema Alokasi Air Waduk Selorejo dalam Daerah Irigasi di Wilayah Sungai Brantas
(Sumber : Perum Jasa Tirta 1 Malang)



Gambar 1.11. Peta Alokasi Waduk Selorejo (PJT 1)



Gambar 1.12. *Cascading* PLTA Selorejo, PLTA Mendalan, dan PLTA Siman (PT. PJB)

Tabel 1.1. Produksi Listrik PLTA Selorejo Tahun 2016 (Januari-Juli)

Produksi Listrik PLTA di wilayah Kerja PJT I Tahun 2016								
No	Keterangan	Bulan						
		Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli
1	Realisasi Energi (x 10 ⁶ KWh)	1,551	2,565	3,298	3,017	2,609	2,459	2,165
2	Daya (MW)	2,154	3,563	4,581	4,190	3,624	3,415	3,007
3	Debit	6,869	11,360	14,606	13,362	11,555	10,891	9,588

(Sumber : Perum Jasa Tirta 1 Malang)

Tabel 1.2. Produksi Listrik PLTA Selorejo Tahun 2016 (Agustus-Desember)

Produksi Listrik PLTA di wilayah Kerja PJT I Tahun 2016							Total	Rata-rata
No	Keterangan	Bulan						
		Agustus	September	Oktober	Nopember	Desember		
1	Realisasi Energi (x10 ⁶ KWh)	2,103	1,838	1,581	1,893	3,208	28,29	2,357
2	Daya (MW)	2,921	2,553	2,196	2,629	4,455	39,287	3,274
3	Debit	9,314	8,140	7,002	8,384	14,207	125,278	10,440

(Sumber : Perum Jasa Tirta 1 Malang)

RENCANA ALOKASI AIR WADUK SELOREJO (PLTA SELOREJO)

POLA OPERASI WADUK SELOREJO

MUSIM HUJAN 2015/2016 dan MUSIM KEMARAU 2016

KONDISI NORMAL (50%)

Elevasi Awal : **611.00 m**

BLN/DKD		INFLOW	OUTFLOW				BEBAN RATA- 2 MW	ENERGI MWh	ELEVASI AKHIR m	JAM OPERASI Jam
			TURBIN	H J V	SPILLWAY	TOTAL				
		m ³ /dtk	m ³ /dtk	m ³ /dtk	m ³ /dtk	m ³ /dtk				
1		2	3	4	5	6	7	8	9	10
DES	1	10,56	9,31	-	-	9,31	2,30	552,30	611,72	24,00
	2	10,16	9,50	-	-	9,50	2,38	571,76	612,10	24,00
	3	10,56	9,50	-	-	9,50	2,42	638,53	612,77	24,00
JAN	1	13,07	12,00	-	-	12,00	3,04	728,85	613,39	24,00
	2	12,37	12,00	-	-	12,00	3,07	737,53	613,60	24,00
	3	15,12	12,50	-	-	12,50	3,27	862,90	615,26	24,00
FEB	1	15,78	13,50	-	-	13,50	3,62	869,81	616,34	24,00
	2	15,75	13,50	-	-	13,50	3,72	891,74	617,12	24,00
	3	16,48	13,50	-	-	13,50	3,80	820,64	618,05	24,00
MAR	1	15,74	13,00	-	-	13,00	3,77	904,09	619,00	24,00
	2	14,39	13,00	-	-	13,00	3,83	920,28	619,48	24,00
	3	14,78	13,00	-	-	13,00	3,89	1.026,44	620,13	24,00
APR	1	13,53	12,50	-	-	12,50	3,80	911,99	620,42	24,00
	2	14,19	12,00	-	-	12,00	3,71	889,30	621,06	24,00
	3	12,99	11,50	-	-	11,50	3,61	866,63	621,48	24,00
MEI	1	11,30	10,00	-	-	10,00	3,21	769,55	621,86	24,00
	2	10,08	9,60	-	-	9,60	3,10	745,15	622,00	24,00
	3	9,60	9,60	-	-	9,60	3,11	820,94	622,00	24,00
JUN	1	9,34	9,50	-	-	9,50	3,08	738,70	621,95	24,00
	2	8,45	9,14	-	-	9,14	2,96	710,46	621,76	24,00
	3	8,00	9,13	-	-	9,13	2,94	705,55	621,43	24,00
JUL	1	7,79	9,00	-	-	9,00	2,88	690,80	621,08	24,00
	2	7,59	9,00	-	-	9,00	2,85	684,87	620,68	24,00
	3	6,90	9,00	-	-	9,00	2,82	744,10	620,01	24,00

BLN/DKD		INFLOW	OUTFLOW				BEBAN	ENERGI	ELEVASI	JAM
			TURBIN	H J V	SPILLWAY	TOTAL	RATA-2		AKHIR	OPERASI
		m ³ /dtk	m ³ /dtk	m ³ /dtk	m ³ /dtk	m ³ /dtk	MW	MWh	m	Jam
1		2	3	4	5	6	7	8	9	10
AGT	1	6,80	9,00	-	-	9,00	2,77	665,27	619,25	24,00
	2	6,39	9,00	-	-	9,00	2,72	652,23	618,35	24,00
	3	6,52	9,00	-	-	9,00	2,66	701,51	617,41	24,00
SEP	1	6,37	8,50	-	-	8,50	2,47	591,91	616,67	24,00
	2	6,16	8,50	-	-	8,50	2,42	579,77	615,77	24,00
	3	6,47	8,50	-	-	8,50	2,35	564,41	614,60	24,00
OKT	1	6,22	8,50	-	-	8,50	2,27	545,99	613,29	24,00
	2	6,51	8,50	-	-	8,50	2,20	527,75	612,14	24,00
	3	7,31	8,50	-	-	8,50	2,14	565,01	611,39	24,00
NOP	1	7,67	8,50	-	-	8,50	2,10	504,51	610,91	24,00
	2	8,54	9,00	-	-	9,00	2,19	526,16	610,64	24,00
	3	9,70	9,00	-	-	9,00	2,20	527,25	611,05	24,00
Total :								25.754,68	MWh	

(Sumber : DPU Pengairan Jatim)

2.7. Dasar Teori

2.7.1. Operasi Waduk

Waduk menurut pengertian umum adalah tempat pada permukaan tanah yang digunakan untuk menampung air saat terjadi kelebihan air / musim penghujan sehingga air itu dapat dimanfaatkan pada musim kering. Sumber air waduk terutama berasal dari aliran permukaan ditambah dengan air hujan langsung.

Operasi waduk adalah patokan operasional bulanan suatu waduk dimana debit air yang dikeluarkan oleh waduk harus sesuai dengan ketentuan agar elevasinya terjaga sesuai dengan rencana. Pola operasi waduk disepakati bersama oleh para pemanfaat air dan pengelola melalui Panitia Tata Pengaturan Air (PTPA).

Tujuan dari disusunnya pola operasi waduk adalah untuk memanfaatkan air secara optimal demi tercapainya kemampuan maksimal waduk dengan cara mengalokasikan secara proporsional sehingga tidak terjadi konflik antar kepentingan.

Pengoperasian waduk secara efisien dan optimal merupakan permasalahan yang kompleks karena melibatkan beberapa faktor seperti :

- 1) Operasional *policy*, pola kebijakan pengoperasian waduk.
- 2) Debit *inflow* yang akan masuk ke waduk yang tergantung dari ketepatan perencanaan debit yang akan masuk ke waduk tersebut.
- 3) Demand, kebutuhan air untuk irigasi, air baku, dan PLTA.
- 4) Keandalan peralatan monitoring tinggi muka waduk, debit aliran dan curah hujan.
- 5) Koordinasi antara instansi yang terkait.
- 6) Kemampuan Operasional.

Waduk dapat dimanfaatkan antara lain sebagai berikut :

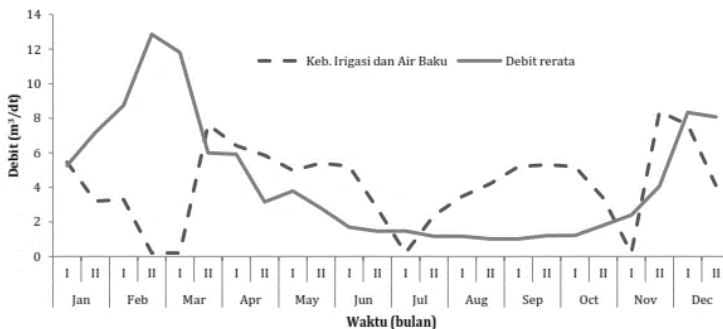
1. Irigasi

Pada saat musim penghujan, hujan yang turun di daerah tangkapan air sebagian besar akan mengalir ke sungai. Kelebihan air yang terjadi dapat di tampung

waduk sebagai persediaan sehingga pada saat musim kemarau tiba air tersebut dapat digunakan untuk berbagai keperluan antara lain irigasi lahan pertanian. Bentuk penyajian secara matematis operasi simulasi neraca air irigasi dalam waduk terdiri dari fungsi dari debit masukan, debit pengeluaran dan tampungan waduk yang dapat disajikan dalam contoh gambar 2.12.

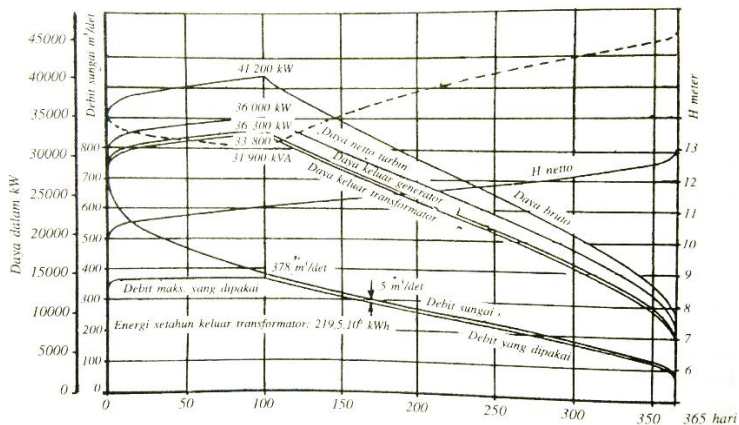
2. PLTA

Dalam menjalankan fungsinya sebagai PLTA, waduk dikelola untuk mendapatkan kapasitas listrik yang dibutuhkan. Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) adalah suatu system pembangkit listrik yang biasanya terintegrasi dalam bendungan dengan memanfaatkan energi mekanis aliran air untuk memutar turbin yang kemudian akan diubah menjadi tenaga listrik oleh generator. Bentuk penyajian secara matematis operasi simulasi neraca air PLTA Rupper-swiss Auen Stein, Swiss dalam waduk terdiri dari fungsi dari debit masukan - debit pengeluaran dan tinggi pipa pesat-daya listrik yang dapat disajikan dalam gambar 2.13.



Gambar 7 Imbangan air di lokasi rencana Waduk Lamong

Gambar 2.13. Contoh Grafik Neraca Air Rencana Irigasi Waduk Lamong (Neraca Air Buku Nasional, Buku Ditjen SDA 2015)



Gambar 2.14. Grafik Neraca Air PLTA Rupper-swill Auen Stein, Swiss (OF.Patty, Tenaga Air – 1995)

2.7.1.1. Klasifikasi Penggunaan Waduk

Berdasarkan fungsinya, waduk diklasifikasikan menjadi dua jenis yaitu :

1) Waduk eka guna (*single purpose*)

Waduk eka guna adalah waduk yang dioperasikan untuk memenuhi satu kebutuhan saja, misalnya untuk kebutuhan air irigasi, air baku atau PLTA.

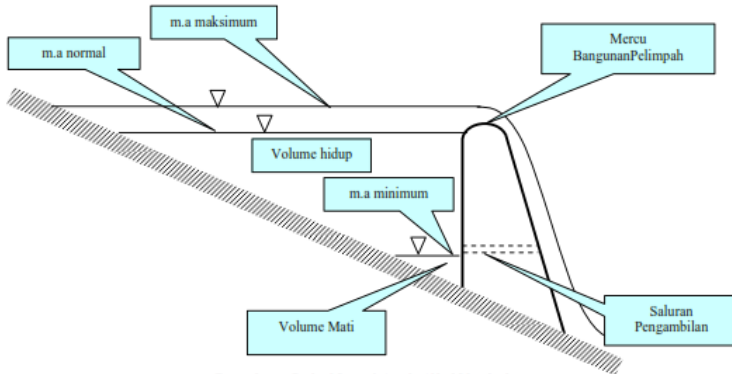
2) Waduk multi guna (*multi purpose*)

Waduk multi guna adalah waduk yang berfungsi untuk memenuhi berbagai kebutuhan, misalnya waduk untuk memenuhi kebutuhan air, irigasi, air baku dan PLTA.

2.7.1.2. Karakteristik Waduk

Karakteristik suatu waduk merupakan bagian pokok dari waduk yaitu volume hidup (*live storage*), volume mati (*dead storage*), tinggi muka air (TMA) maksimum, TMA minimum, tinggi mercu bangunan pelimpah berdasarkan debit rencana.

Dari karakteristik fisik waduk tersebut didapatkan hubungan antara elevasi dan volume tampungan yang disebut juga liku kapasitas waduk. Liku kapasitas tampungan waduk merupakan data yang menggambarkan volume tampungan air di dalam waduk pada setiap ketinggian muka air.



Gambar 2.15. Karakteristik Waduk

2.7.2. Kebutuhan Air Irigasi

Kebutuhan air irigasi adalah jumlah volume air yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan evapotranspirasi, kehilangan air, kebutuhan air untuk tanaman dengan memperhatikan jumlah air yang disediakan oleh alam melalui hujan dan kontribusi air tanah.

Kebutuhan air sawah dinyatakan dalam mm/hari atau liter/detik/hari dan ditentukan oleh faktor-faktor sebagai berikut :

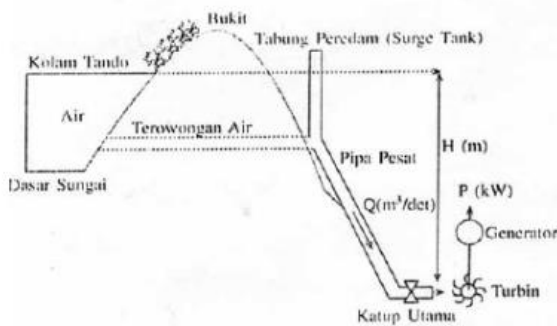
- 1) Penyiapan lahan
- 2) Penggunaan konsumtif
- 3) Perkolasi dan rembesan
- 4) Curah hujan efektif

Untuk memenuhi kebutuhan air bagi tanaman, penentuan pola tanam merupakan hal yang perlu dipertimbangkan.

2.7.3. PLTA (Pembangkit Listrik Tenaga Air)

Dalam PLTA, potensi tenaga air dikonversikan menjadi tenaga listrik. Mula-mula tenaga air dikonversikan menjadi tenaga mekanik oleh turbin air, kemudian turbin air memutar generator yang membangkitkan tenaga listrik.

Gambar 2.5 menunjukkan secara skematis bagaimana potensi tenaga air, yaitu sejumlah air yang terletak pada ketinggian tertentu diubah menjadi tenaga mekanik oleh turbin air



Gambar 2.16. Proses Konversi Energi dalam PLTA

2.7.3.1. Klasifikasi PLTA

PLTA dapat diklasifikasikan sebagai berikut (*Patty, 1995*):

1) Pembagian secara Teknis

PLTA secara teknis dapat dibagi atas :

- PLTA yang menggunakan air sungai atau waduk
- PLTA yang menggunakan air yang telah dipompa ke suatu reservoir yang letaknya lebih tinggi
- PLTA yang menggunakan pasang surut air laut
- PLTA yang menggunakan energi ombak

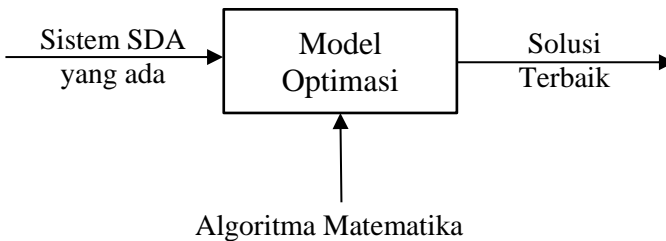
2) Pembagian menurut kapasitas

- PLTA mikro yaitu dengan daya hingga 99 kW

- PLTA kapasitas rendah yaitu dengan daya 100 hingga 999 kW
 - PLTA kapasitas sedang yaitu dengan daya 1000 hingga 9999 kW
 - PLTA kapasitas tinggi yaitu dengan daya diatas 10.000 kW
- 3) Pembagian menurut tinggi jatuhnya air
- PLTA dengan tekanan rendah, $H < 15$ m
 - PLTA dengan tekanan sedang, $H = 15$ hingga 50 m
 - PLTA dengan tekanan tinggi, $H > 50$ m

2.7.4. Teori Optimasi dengan Program Linier (*Linear Programming*)

Optimasi adalah operasi pemanfaatan sumber daya air yang optimal dengan aspek yang sangat penting dalam pendayagunaan sumberdaya air khususnya pada perencanaan operasi waduk. Prinsip dari metode optimasi dapat di lihat pada gambar 2.17.



Gambar 2.17. Skema Model Optimasi

Umumnya waduk dioperasikan dengan suatu sistem operasi tertentu yang dikenal dengan pola operasi. Kebijakan pola pengoperasian waduk yang digunakan adalah :

- Program Linier

Program Linier merupakan salah satu teknik yang sering digunakan dalam manajemen sumber daya air. Komponen yang membentuknya adalah fungsi tujuan (*objective function*) dan fungsi kendala (*constraint function*). Fungsi tujuan merupakan fungsi dari tujuan yang ingin kita capai misalnya hasil yang optimal seperti memaksimalkan keuntungan. Fungsi kendala merupakan bentuk penyajian secara matematis dari batasan-batasan kapasitas yang tersedia yang akan dialokasikan secara optimal kepada berbagai aktifitas.

Persamaan baku (umum) dari LP dinyatakan sebagai berikut (Mustafa, 1999; Wurbs, 1996; Hilier & Lieberman, 1994; Thaha, 1987; Tarigan, 2001) :

- a) Fungsi tujuan (*objective function*) :

$$\text{Maximize } Z = \sum_{j=1}^n C_j X_j$$

- b) Fungsi kendala (*constraints function*) :

$$A_{11} X_1 + A_{12} X_2 + \dots + A_{1n} X_n \geq \text{atau} \leq B_1$$

$$A_{21} X_1 + A_{22} X_2 + \dots + A_{2n} X_n \geq \text{atau} \leq B_2$$

$$A_{m1} X_1 + A_{m2} X_2 + \dots + A_{mn} X_n \geq \text{atau} \leq B_m$$

$$\text{Syarat non negative : } X_j \geq 0 \text{ untuk } j = 1, 2, 3, \dots, n$$

Dimana :

C_j = Koefisien fungsi tujuan variabel ke- j

A_{ij} = Koefisien fungsi kendala ke- i variabel ke- j

B_m = Nilai ruas kanan dari persamaan kendala ke- m yang menunjukkan nilai syarat kendala tersebut

X_j = Variabel keputusan ke- j

Z = Fungsi Tujuan

i = 1, 2, ..., m (indeks untuk jumlah variabel kendala)

j = 1, 2, ..., n (indeks untuk jumlah variabel putusan)

2.8. Penelitian Terdahulu

Dalam penelitian ilmiah (Hematang S: 2014) tentang evaluasi pola operasi Waduk Selorejo Akibat perubahan iklim di Kabupaten Malang-Jawa Timur.

Waduk Selorejo yang terletak di Kabupaten Malang Jawa Timur, difungsikan untuk menampung kelebihan air hujan dan debit Kali Konto, untuk kemudian disimpan dan digunakan untuk meningkatkan perekonomian dan kesejahteraan masyarakat sekitar. Pergeseran musim disebabkan oleh adanya perubahan iklim yang dipengaruhi oleh pemanasan global dan dipercepat secara signifikan oleh aktivitas manusia. Tujuan dari studi ini adalah untuk menganalisa keadaan pola operasi waduk pada saat sebelum dan sesudah terjadinya perubahan iklim setelah ditentukan basis perubahan iklimnya, apakah terdapat perubahan yang dapat mempengaruhi pola operasi waduk dengan membandingkan kedua pola operasi waduk tersebut. Dalam studi ini menggunakan data-data sekunder yaitu data curah hujan dan data pola operasi waduk.

Berdasarkan dari hasil perhitungan penulis, produksi energi listrik waduk Selorejo mengalami penurunan sesudah perubahan iklim terjadi. Pada tahun 1999 energi listrik mengalami penurunan sebesar 19,73 juta kWh per tahun. Untuk kebutuhan air irigasi pada daerah irigasi di hilir waduk selama periode perubahan iklim terjadi waduk Selorejo masih dapat menyuplai air irigasi selama 1 tahun secara *kontinyu*. Pada bulan-bulan tertentu khususnya pada musim kemarau, terjadi kekurangan air sehingga waduk Selorejo akan memberi air dengan membuka pintu pelimpah (*barrage*) jika dalam kondisi kekurangan debit air irigasi.

2.5. Operasi Eksisting Waduk

Operasi eksisting waduk adalah patokan operasional bulanan suatu waduk dimana debit air yang dikeluarkan oleh waduk harus sesuai di lapangan pada kondisi awal pada akhir tahun.

Dengan adanya operasi eksisting ini maka dapat dibandingkan dengan proyeksi neraca air apakah ada suplesi kekurangan atau kelebihan yang optimal dari tahun sebelumnya, jika tidak maka dapat dilakukan dengan cara melakukan perhitungan yang akan dijelaskan pada bagian metodologi analisa selanjutnya.

2.6. Analisis Data

Analisa dan pengolahan data yang telah dikumpulkan, meliputi :

2.6.1. Menentukan Debit Inflow

Debit inflow atau debit andalan merupakan debit dominan yang selalu tersedia pada kurun waktu tertentu. Data debit ini digunakan sebagai pedoman untuk memperkirakan berapa besarnya jumlah air sungai yang masuk ke bendungan, bisa merupakan data primer dan data sekunder. Data ini berasal dari pengamatan debit pada Kali Konto. Perhitungan Debit andalan menggunakan perhitungan *duration curve*.

Duration Curve adalah suatu grafik yang memperlihatkan debit sungai dan selama beberapa waktu tertentu dalam satu tahun, debit ini terdapat di dalam sungai. Pada Gambar 2.18 jelas bahwa debit minimum terdapat selama satu setahun penuh, debit maksimum (banjir) hanya terdapat selama beberapa jam. *Duration curve* digambarkan dari data-data debit, sekurang-kurangnya selama 10 tahun, agar dapat memberikan informasi yang digunakan.

Untuk memenuhi ketersediaan volume air didalam waduk selama pengoprasian, diperlukan debit yang diharapkan mampu mencukupi besarnya debit di pintu pengambilan (debit outflow). Pada perencanaan ini debit andalan diambil sebesar 80% yang berarti dihadapi besarnya resiko debit yang lebih kecil dari debit andalan adalah 20%.

Untuk keperluan ini digunakan cara coba-coba sampai ditemukannya debit andalan, agar operasi waduk dapat berjalan sesuai dengan ketentuan dengan meminimalkan tingkat kegagalan seminimal mungkin. Proses penentuan debit andalan diharapkan mampu memenuhi keperluan *supply* pembangkit listrik pada beban puncak sepanjang tahun. Langkah-langkah perhitungan debit andalan adalah sebagai berikut :

1. Data dibuat berkelompok dengan menentukan kelas dan interval tiap kelas. Dalam menentukan kelas dan interval

menggunakan cara statistik pengolahan data dengan cara rumus sebagai berikut :

$$R = a_{\max} - a_{\min}$$

$$k = 1 + 3,3322 \log (n)$$

$$\text{Interval} = R/k$$

Dimana :

a_{\min} = nilai data terkecil.

a_{\max} = nilai data terbesar.

n = banyak data yang diolah.

k = banyaknya kelas interval.

Interval = interval data untuk memasukkan data yang nantinya dihitung banyaknya dengan frekuensi.

2. Merangking data debit mulai dari yang terbesar sampai yang terkecil dan menghitung frekuensi data sesuai dengan batasan interval yang ada.
3. Menghitung probabilitas untuk masing – masing data dengan menggunakan persamaan rumus *Weibull* berikut :

$$T = \frac{n}{m}$$

$$P = \frac{1}{T} = \frac{m}{n} \times 100\%$$

Dimana :

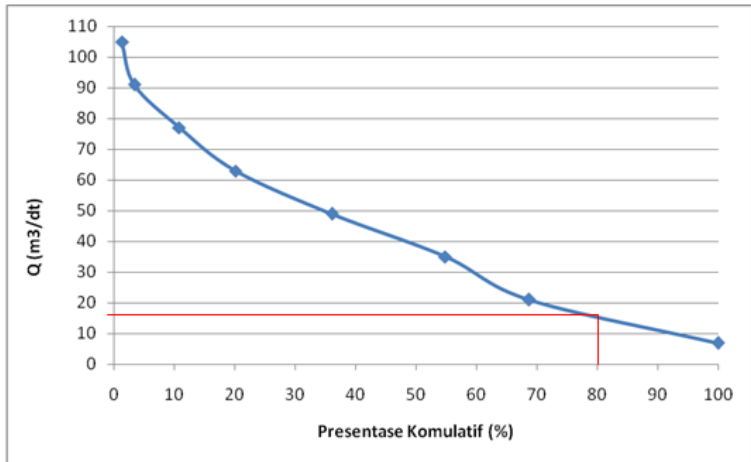
P = besarnya probabilitas (%)

m = nomor urut data

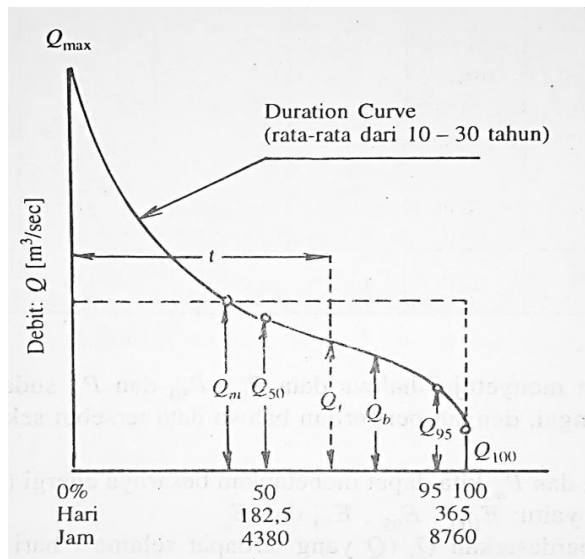
n = jumlah data

4. Mencari besarnya debit andalan pada probabilitas tertentu dari *duration curve* yang merupakan grafik hubungan antara debit dengan probabilitas.

(Sholeh, Mohammad.”Hidrologi”, Jurusan Teknik Sipil FTSP – ITS, Surabaya.)



Gambar 2.18. Contoh Grafik Duration Curve



Gambar 2.19. Contoh Grafik Duration Curve dengan Penunjukkan Debit

2.6.2. Penetapan Besarnya Potensi

Berdasarkan duration curve dari suatu aliran sungai dapat diambil beberapa daya teoritis sebagai berikut :

1. Daya teoritis minimal, yaitu daya yang terdapat dalam sungai selama setahun penuh (365 hari atau 8760 jam); P_{100} .
2. Daya teoritis yang terdapat selama 95% (8322 jam) dari satu tahun; yakni berdasarkan debit yang dapat diambil dari sungai selama waktu 95% (P_{95}).
3. Daya teoritis yang terdapat selama 80% (7008 jam) dari satu tahun; yakni berdasarkan debit yang dapat diambil dari sungai selama waktu 80% (P_{80}).
4. Daya teoritis yang terdapat selama 50% dari satu tahun (6 bulan atau 4380 jam) berdasarkan debit yang dapat diambil selama 6 bulan (4380 jam) dari sungai; P_{50} .
5. Daya teoritis maksimal berdasarkan debit rata-rata dari duration curve (Q rata-rata adalah sedemikian besar hingga luas empat persegi panjang $Q_m \times 365$ hari = luas duration curve); P_m

World Power Conference telah menyetujui bahwa data P_{100} , P_{95} , P_{50} , P_{80} dan P_m sudah cukup untuk memberi gambaran dari potensi suatu sungai, dengan pengertian bahwa data tersebut sekurang-sekurangnya diambil selama 10 tahun.

(*OF.Patty, Tenaga Air – 1995:15-16*)

2.6.3. Perhitungan Evaporasi

Volume air Waduk Selorejo selain bertambah karena adanya debit inflow dan presipitasi (hujan), juga mengalami pengurangan volume air yang diakibatkan oleh evaporasi (penguapan) pada permukaan air di waduk. Dalam perhitungan evaporasi dipengaruhi oleh beberapa faktor alam lainnya, yaitu temperature (T), kelembapan udara (Humidity), dan kecepatan angin (U).

2.6.3.1. *Temperature (T)*

Temperatur udara adalah salah satu variable yang mempengaruhi besarnya hujan, evaporasi dan transpirasi. Temperatur diukur dengan termometer yang diletakkan di suatu tempat yang dilindungi terhadap sinar langsung dari matahari, angin dan hujan yang disebut “Sangkar Meteorologi”.

Besarnya temperatur merupakan fungsi dari tinggi tempat atau variasi elevasi. Data temperatur udara dinyatakan dalam derajat Celcius ($^{\circ}\text{C}$), derajat Fahrenheit ($^{\circ}\text{F}$) atau derajat absolute.

Temperatur harian diperoleh dari koleksi data temperatur jam–jaman yang waktu dan tempatnya ditetapkan. Biasanya temperatur udara juga diukur dengan dua termometer, yaitu termometer maksimum yang akan memcatat suhu paling maksimum yang terjadi dalam suatu hari dan termometer minimum yang akan mencatat temperatur yang paling minimum yang terjadi dalam suatu hari. Dari data dua pengukuran termometer tersebut diperoleh temperatur rata–rata hariannya, yaitu harga rata – rata dari temperatur maksimum dan temperatur minimum.

Didalam kondisi atmosfer normal, untuk setiap kenaikan elevasi maka temperatur udara akan mengalami penurunan rata-rata sebesar 0.7°C pada setiap kenaikan elevasi 100 m.

2.6.3.2. *Kelembaban Udara (Humidity)*

Udara sangat mudah menyerap air dalam bentuk uap air, tergantung dari temperatur udara dan airnya. Bila temperatur udara makin besar maka makin banyak air yang menguap dan mengisi udara. Hal ini akan berlangsung terus sampai terjadi suatu keseimbangan dimana udara jenuh air dan penyerapan air tidak banyak. Tekanan pada molekul uap air dalam kondisi ini diketahui sebagai Tekanan Uap Jenuh (Saturation Vapour Pressure) (e_a) pada suatu temperatur tertentu. Besarnya tekanan uap air dinyatakan dalam Bar ($1\text{Bar.} = 10^5 \text{ N/m}^2$) atau dalam tinggi kolom air raksa (mm.Hg) Kelembaban (h) adalah perbandingan tekana uap air (e_d) dengan tekanan uap air jenuh (e_a) pada Volume dan temperatur

yang sama dan dapat ditulis dalam persamaan yang dinyatakan dalam persen sebagai berikut :

$$r = \frac{e_d}{e_a} \times 100\%$$

Dengan :

e_d = tekanan uap air, yaitu tekanan yang disebabkan oleh uap air yang terdapat di udara.

e_s = tekanan uap air jenuh.

Tekanan uap air dinyatakan dalam milimeter kolom air raksa (mm Hg), milibarometer (mm bar.), atau pascal, Pa (N/m²).

Di atas permukaan air tekanan uap air jenuh tergantung pada temperatur, yang dapat diperkirakan dengan rumus berikut :

$$e_s = 611 \exp \left(\frac{17,27 T}{237,3 + T} \right)$$

Dengan

e_s : tekanan uap air jenuh (Pa)

T : temperatur (°C)

Tabel memberikan tekanan uap jenuh untuk berbagai temperatur udara dinyatakan dalam mmHg, mm bar, dan Pa.

Tabel 2.3. Konversi Suhu ke Tekanan Uap Air Jenuh Es

Suhu (Celcius)	Tekanan Uap Air Jenuh es		
	mm Hg	mm bar	Pa
10	9,2	12,27	1228
11	9,84	13,12	1313
12	10,52	14,02	1403
13	11,23	14,97	1498
14	11,98	15,97	1599
15	12,78	17,04	1706
16	13,63	18,17	1819
17	14,53	19,37	1938
18	15,46	20,61	2065
19	16,46	21,94	2198
20	17,53	23,37	2339
21	18,65	24,86	2488
22	19,82	26,42	2645
23	21,05	28,06	2810
24	22,27	29,69	2985
25	23,75	31,66	3169
26	25,31	33,74	3363
27	26,74	35,65	3567
28	28,32	37,76	3781
29	30,03	40,03	4007
30	31,82	42,42	4244
31	33,7	44,93	4494
32	35,66	47,54	4756
33	37,73	50,3	5032
34	39,9	53,19	5321
35	42,18	56,23	5625

(Sumber : Triatmodjo, Bambang. 2006. "Hidrologi Terapan", Beta Offset Yogyakarta)

2.6.3.3. Kecepatan Angin

Arah angin adalah arah dari mana angin bertiup yang dapat ditunjukkan dengan lingkaran arah angin. Kecepatan angin dapat diukur dengan Anemometer yang diletakkan pada ketinggian 2 meter dari permukaan tanah setempat. Terdapat banyak tipe Anemometer, diantaranya tipe Robinson, tipe Thies dan tipe Cassela. Angin mempunyai pengaruh gesekan pada permukaan tanah atau air, maka penting sekali untuk menentukan spesifik dari beberapa pengamatan kecepatan angin dilihat dari ketinggian diatas permukaan tanah.

2.6.3.4. Perhitungan Evaporasi

Didalam analisa mendapatkan besarnya evaporasi dibedakan menjadi dua, yaitu evaporasi dari permukaan air bebas dan evaporasi dari permukaan tanah. Pada dasarnya evaporasi terjadi karena uap dari udara pada permukaan air dan dari udara di atasnya.

Dalam perhitungan evaporasi metode yang digunakan adalah metode transfer massa yang mana telah diusul oleh John Dalton (1802) , dimana evaporasi sebanding dengan perbedaaan antara tekanan uap jenuh dan tekanan uap karena kelembaban udara.

Perumusan dasarnya (Dalton) adalah sebagai berikut :

$$E = C f(u)e_a - e_d$$

Dimana :

- E = evaporasi dari permukaan air (open water)
- C = koefisien tergantung dari tekanan barometer
- U = kecepatan angin
- e_a = tekanan uap jenuh muka air danau atau waduk
- e_d = tekanan uap udara di atasnya

Seyhan (1990) mengusulkan nilai C dan bentuk $f(u)$. Dengan menggunakan nilai-nilai tersebut, bentuk persamaan adalah sebagai berikut :

$$E_0 = 0,35 \times (e_a - e_d) \times [0,5 + 0,54 U_2]$$

$$U_2 = U \times \left(\frac{z}{x}\right)^{0,15}$$

Dimana :

- U = kecepatan angin pada ketinggian 2 meter diatas permukaan air (m/dt)
- $(e_a - e_d)$ = selisih antara tekanan uap jenuh dan tekanan uap aktual rata-rata pada temperatur rata-rata (mm.Hg).
- U_2 = kecepatan angin pada ketinggian 2,0 m di atas permukaan tanah (m/dt)
- U_x = Kecepatan angin (m/dt)
- x = Ketinggian pengukuran

Berikut adalah langkah-langkah dalam perhitungan evaporasi :

- Langkah 1. Memasukkan data-data pada tabel perhitungan yaitu data suhu ($^{\circ}\text{C}$), Kelembaban (%), dan data kecepatan angin (m/detik).
- Langkah 2. Mencari harga Tekanan Uap Jenuh (e_a) (mm.Hg) Dari data T (Suhu $^{\circ}\text{C}$) didapat e_a
- Langkah 3 . Mencari harga Tekanan Uap Aktual (e_d) (mm.Hg). $e_d = e_a R_h$
- Langkah 4. Mencari selisih antara Tekanan Uap Jenuh dengan Tekanan Uap Aktual ($e_a - e_d$)
- Langkah 5. Menghitung besarnya Evaporasi yang terjadi (E_0).

2.6.4. Perhitungan Presipitasi

Presipitasi adalah turunnya air dari atmosfer ke permukaan bumi; yang bisa berupa hujan, hujan salju, kabut, embun, dan hujan es. Di daerah tropis, termasuk indonesia, yang memberikan sumbangan paling besar adalah hujan, sehingga seringkali hujanlah yang dianggap sebagai presipitasi.

2.6.5. Analisa Kapasitas Waduk

Fungsi utama waduk adalah memanfaatkan air pada musim penghujan, menampung air sehingga dapat dimanfaatkan dimusim kemarau. Hal yang terpenting dari waduk adalah kapasitas waduk atau kapasitas tampungan yang meliputi :

- b. Kapasitas efektif = Volume tampungan dari waduk yang dapat dimanfaatkan untuk melayani kebutuhan air yang ada.
- c. Kapasitas mati = Volume tampungan untuk sedimen. Kapasitas tampungan tersebut perlu diketahui seperti bendungan spillway maupun intake. Sebelum dilakukan perhitungan kapasitas waduk lebih dahulu perlu digambarkan hubungan antara elevasi, luas permukaan dan volume.

2.6.6. Menentukan Lengkung Kapasitas Waduk

Waduk merupakan tempat penampungan air buatan yang terbentuk akibat pembendungan sungai. Fungsi utama dari waduk adalah untuk memantapkan aliran air baik dengan cara pengaturan persediaan air yang berubah-ubah pada suatu sungai alamiah maupun untuk memenuhi tuntutan kebutuhan yang berubah-ubah dari para konsumennya. Berhubung fungsi utama dari waduk adalah menyediakan tampungan air, maka ciri fisiknya yang terpenting adalah kapasitas tampungan. Kapasitas waduk yang bentuknya beraturan dapat dihitung dengan penerapan rumus-rumus untuk menghitung benda padat, sedangkan kapasitas tampungan waduk pada kedudukan alamiah biasanya ditetapkan berdasarkan pengukuran topografi. Karakteristik tampungan suatu waduk dapat dipresentasikan dalam bentuk grafik hubungan elevasi - volume tampungan - luas genangan, yang biasa disebut lengkung tampungan atau lengkung kapasitas waduk. (*Linsley, 1985:164*).

Untuk menentukan volume total waduk berdasarkan pada data peta topografi yang ada. Untuk keperluan ini diperlukan peta topografi dengan beda tinggi (Kontur) tertentu. Untuk perhitungan luas dibatasi oleh masing-masing kontur. Kemudian dicari volume

yang dibatasi oleh 2 garis kontur yang berurutan. Volume antara 2 kontur yang berurutan dapat dicari, yaitu:

$$I = \sum \left\{ (F_i + F_{i+1}) \frac{1}{2} (h_{i+1} - h_i) \right\}$$

Dimana :

I = Volume tampungan antara 2 kontur yang berurutan (m³)

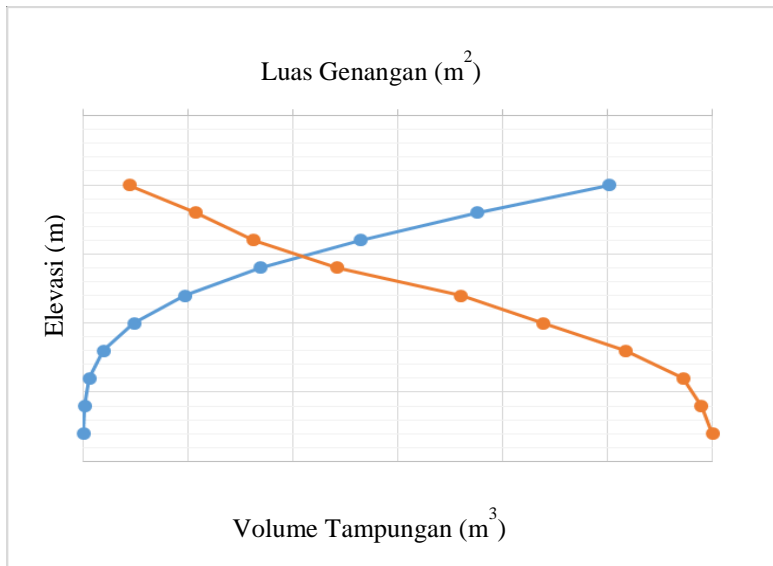
X = Beda tinggi antara 2 kontur (m)

F_(i) = Luas tampungan pada kontur ke - i (m²)

F_(i+1) = Luas tampungan pada kontur ke - (i+1) (m²)

Sesudah semua luas dan volume masing-masing diketahui lalu digambarkan pada sebuah grafik hubungan antara elevasi, luas dan volume pada gambar 2.20.

(Sosrodarsono, Suyono dan Takeda, Kensaku.1981. "Bendungan Tipe Urugan", PT.Pradnya Paramita, Jakarta)



Gambar 2.20. Grafik Hubungan Elevasi, Luas, dan Volume

2.6.7. Perhitungan Mass Curve

Perhitungan Mass Curve dilakukan untuk menyesuaikan besar debit outflow PLTA dengan besar volume aktif Waduk yang telah tersedia (eksisting), sehingga besar volume debit outflow PLTA dan outflow irigasi tidak melebihi volume aktif Waduk Selorejo.

Dalam perhitungan Mass Curve, debit yang diambil ditentukan dengan perhitungan dimana pada jam yang ditentukan dengan debit yang dimana volume yang dapat dihasilkan (volume aktif Waduk Selorejo). Dengan perhitungan tersebut dihasilkan debit andalan dalam Duration Curve merupakan debit 80 %. Berikut tabel contoh perhitungan Mass Curve

Tabel 2.4. Contoh Perhitungan Mass Curve

Jam ke	Q (Debit andalan)	Volume	Volume Kumulatif
	m ³ /det	m ³	m ³
1	2	3	4

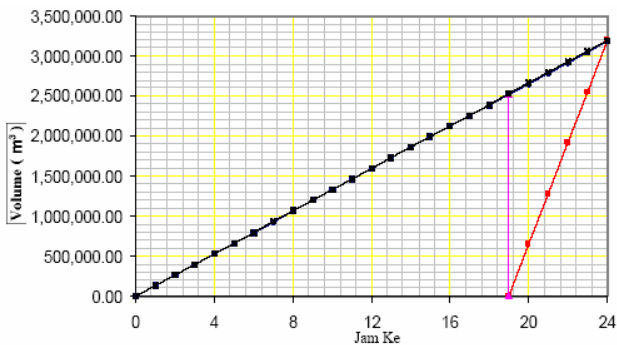
Keterangan :

Kolom 1 = Jam ke

Kolom 2 = Besar Debit PLTA yang direncanakan

Kolom 3 = Volume yang dihasilkan oleh debit tersebut dalam 1 jam. $[3] = [2] \times 3600$

Kolom 4 = Volume Kumulatif $[4_n] = [4_{n+1}] + [3_{n+1}]$

**Gambar 3.21. Contoh Grafik Mass Curve**

Keterangan :

— : Debit Mass Curve (Debit Andalan)

— : Debit PLTA

— : Garis Jam ke 19

Perhitungan Debit PLTA dilakukan guna menentukan besar debit yang akan dikeluarkan Waduk untuk memutar turbin agar dapat membangkitkan listrik pada generator PLTA.

Pada gambar 3.21. gambar grafik mass curve diatas artinya ialah pada PLTA tersebut debit dikeluarkan selama 5 jam, dimulai bekerja pada jam ke 19 dan berhenti pada jam ke 24. Dalam

perhitungan debit PLTA, debit yang diambil ditentukan dengan perhitungan dimana pada jam ke 24 dengan debit tersebut volume yang dapat dihasilkan sama dengan volume Mass Curve selama 24 jam.

2.6.8. Menentukan Debit Outflow

Penentuan debit outflow disesuaikan dengan kebutuhan PLTA dan irigasi yang saat ini dalam pengoperasian Bendungan Selorejo.

2.6.9. Analisa Kebutuhan Air Untuk Irigasi

2.6.9.1. Analisis Klimatologi

Evapotranspirasi adalah gabungan proses penguapan dari permukaan tanah atau evaporasi dipengaruhi oleh iklim, varietas, jenis, dan umur tanaman. Evapotranspirasi dapat dihitung dengan menggunakan metode Penman modifikasi yang mengikuti FAO (Pruit, W.O.:1977) :

$$Eto = c \{ W \times Rn + (1-W) \times f(u) \times (ea - ed) \}$$

Dimana :

Eto = evaporasi potensial (mm/hari),

c = angka koreksi Penman yang besarnya melihat kondisi siang dan malam,

w = faktor yang berhubungan dengan suhu (t) dan elevasi daerah,

Rn = Radiasi penyinaran matahari dalam perbandingan penguapan atau radiasi matahari bersih (mm/hari),

Rn = Rns – Rn1

Rns = Rs (1 – α)

n/N = lama penyinaran matahari

Ra = radiasi extra teresial (berdasarkan lokasi stasiun pengamatan)

Rn1 = radiasi netto gelombang panjang (mm/hari)

Rn1 = f(t) f(ea) f(n/N) (mm/hari)

$f(t)$ = fungsi suhu/konstanta bolzman
 $f(t)$ = $\sigma \cdot T_a^4(^{\circ}\text{C})$
 $f(ed)$ = fungsi tekanan uap/faktor kelembaban
 $f(u)$ = fungsi kecepatan angin
 $f(u)$ = $0,27(1 + U_2/100)$ (m/det), dimana U_2 merupakan ketinggian 2 m selama 24 jam dalam km/hari
 $(ea-ed)$ = perbedaan tekanan uap jenuh dengan uap sebenarnya,
 ed = $ea.Rh$
 Rh = kelembaban udara relatif (%)
 (Anonim, Penuntun Kursus Eksploitasi & Pemeliharaan Jaringan, 1983)

2.6.9.2. Debit Irigasi

Secara garis besar sistem pengukuran dan pembagian air yang dipakai adalah sebagai berikut :

- Sistem pengukuran debit dilakukan pada intake setiap saluran sekunder dan bangunan sadap di sepanjang saluran sekunder.
- Kebutuhan air untuk tanaman dihitung berdasarkan luas tanaman dikonversikan luas palawija relatif (LPR), dan debit. Kemudian dilakukan penentuan Faktor Palawija Relatif (FPR) sebagai parameter pembagian air.

$$Q = FPR \times LPR$$

Dimana :

Q = Debit (l/detik)

FPR = Faktor Palawija Relatif (l/det/ha)

LPR = Luas Palawija Relatif (ha) Besarnya koefisien tanaman adalah sebagai berikut ;

Padi = 4

Palawija = 1

Tebu = 1,50

2.6.9.3. Curah Hujan Efektif

Analisa curah hujan efektif ini dilakukan dengan maksud untuk menghitung kebutuhan air irigasi. Curah hujan efektif atau andalan adalah bagian dari keseluruhan curah hujan yang secara efektif tersedia untuk kebutuhan air tanaman. Untuk irigasi padi, curah hujan efektif bulanan diambil 70% dari curah hujan minimum dengan periode ulang rencana tertentu dengan kemungkinan kegagalan 20% (Curah hujan R_{80}).

$$R_{padi} = (R_{80} \times 70\%) \text{ mm/hari}$$

$$R_{tebu} = (R_{80} \times 60\%) \text{ mm/hari}$$

$$R_{polowijo} = (R_{80} \times 50\%) \text{ mm/hari}$$

2.6.9.4. Perencanaan Pola Tanam dan Sistem Golongan

Untuk memenuhi kebutuhan air bagi tanaman, penentuan pola tanam merupakan hal yang perlu dipertimbangkan. Tabel dibawah ini merupakan contoh pola tanam yang dapat dipakai (lihat Tabel 2.5 Perencanaan Pola Tanam).

Guna sistem golongan adalah untuk mencari periode – periode pengolahan tanah garapan) untuk tanaman padi akhir musim kemarau atau awal musim rendeng, hendaknya dilaksanakan sistem golongan

Tabel 2.5. Perencanaan Pola Tata Tanam

No.	Ke t e r s e d i a a n a i r u n t u k j a r i n g a n i r i g a s i	Pola tanam dalam satu tahun
1	Tersedia air cukup banyak	Padi – Padi - Palawija
2	Tersedia dalam jumlah cukup	Padi – Padi – Bera
		Padi – Palawija - Palawija
3	Daerah yang cenderung kekurangan air	Padi – Palawija – Bera
		Palawija – Padi - Bera

Dengan demikian akan mengurangi kebutuhan air maksimum tersebut. Pengaturan – pengaturan umum terhadap

golongan – golongan dijelaskan seperti berikut (lihat Tabel 2.6 Sistem Golongan).

Tabel 2.6. Sistem Golongan

No. Gol.	Periode	Golongan A	Golongan B	Golongan C
	Sampai hari ke 1	Garapan tanah untuk pembibitan	-	-
I	Hari ke 1 – ke 20	Bibit dan garap tanah untuk tanaman	Garapan tanah untuk tanaman padi	-
II	Hari ke 41 – ke 60	Pemindahan tanaman (tandur)	Bibit + garap tanah untuk tanaman	Garap tanah untuk bibit
III	Hari ke 41 – ke 60	Tanaman padi	Pemindahan tanaman (tandur)	Bibit + garap tanah untuk tanaman padi
	Hari ke – 61 dst.	Tak ada pembatasan – pembatasan pembagian		

Tiap jaringan saluran induk dibagi menjadi 3 golongan : a, b, c. Tiap golongan tersebut diadakan sampai diseluruh petak – petak tersier dengan cara menggolongkan baku – baku sawah yang luasnya sekira hampir sama (sepadan) bagi masing – masing golongan

- a. Tiap – tiap golongan A, B, dan C digilir,
- b. Untuk keperluan pengolahan tanahnya (garapan), masing – masing golongan menerima air selama 2 periode 10 harian dimulai dari golongan A,

- c. Tanaman padi gadu yang masih ada di sawah hendaklah diberi air yang cukup.

2.6.9.5. Perkolasi

Kehilangan air akibat pergerakan air tanah ini disebabkan penurunan air secara gravitasi ke dalam tanah. Gejala ini sangat dipengaruhi oleh sifat fisik tanah, pada umumnya laju perkolasi adalah 1-3 mm/hari. Pada tanah yang lebih ringan laju perkolasi dapat lebih tinggi. (*Anonim, KP 01 Lampiran 2, 1986*)

2.6.9.6. Kebutuhan Selama Penyiapan Lahan

Untuk menentukan kebutuhan maksimum air irigasi pada suatu proyek irigasi ditentukan oleh kebutuhan air untuk penyiapan lahan (lihat Tabel 7). Metode yang dikembangkan Van De Goo dan Zijlstra (1968) dalam Direktorat Jenderal Pengairan (1986) dapat digunakan untuk menghitung kebutuhan air penyiapan lahan dan didasarkan pada laju konstan dalam l/det selama periode penyiapan lahan dan menghasilkan persamaan sebagai berikut:

$$I_r = M(e^k / e^k - 1)$$

Dimana :

- I_r = kebutuhan air irigasi di tingkat persawahan (mm/hari),
 M = kebutuhan air untuk mengganti/mengkompensasi kehilangan air akibat evaporasi dan perkolasi di sawah yang sudah dijenuhkan,
 M = $E_0 + P$ (mm/hari),
 E_0 = evaporasi air terbuka yang diambil 1,1 ET_0 selama penyiapan lahan, (mm/hari),
 Et_0 = evapotranspirasi potensial (mm/hari),
 P = perkolasi (mm/hari),
 k = $M \cdot (T/S)$,
 T = jangka waktu penyiapan lahan, (hari),
 S = kebutuhan air, untuk penjenuhan ditambah

dengan lapisan air 50 mm, mm yakni $200 + 50 = 250$ mm seperti yang sudah diterangkan diatas,
e $= \text{konstanta} = 2,71828$

Tabel 2.7. Kebutuhan Air Irigasi Selama Penyiapan Lahan (Ir)

Eo + P mm / hari	T = 30 hari		T = 45 hari	
	S = 250 mm	S = 300 mm	S = 250 Mm	S = 300 mm
5,0	11,1	12,7	8,4	9,5
5,5	11,4	13,0	8,8	9,8
6,0	11,7	13,3	9,1	10,1
6,5	12,0	13,6	9,4	10,4
7,0	12,3	13,9	9,8	10,8
7,5	12,6	14,2	10,1	11,1
8,0	13,0	14,5	10,5	11,4
8,5	13,3	14,8	10,8	11,8
9,0	13,6	15,2	11,2	12,1
9,5	14,0	15,5	11,6	12,5
10,0	14,3	15,8	12,0	12,9
10,5	14,7	16,2	12,4	13,2
11,0	15,0	16,5	12,8	13,6

Anonim (Standar Perencanaan Irigasi, 1986)

2.6.9.7. Kebutuhan Air untuk Konsumsi Tanah

Penggunaan konsumtif diartikan sebagai jumlah air yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman, Doorenbos dkk., (1977) mendefinisikan kebutuhan air tanaman sebagai jumlah air yang disediakan untuk mengimbangi air yang hilang akibat evaporasi dan transpirasi. Dengan memasukkan efisiensi tanaman (kc), penggunaan konsumtif tanaman merupakan fungsi dari evapotranspirasi potensial tanaman. Menurut Direktorat Jenderal Pengairan (1986) penggunaan konsumtif dapat dihitung dengan persamaan berikut ini :

$$Etc = Et_0 \times Kc$$

Dimana :

Etc = Kebutuhan air untuk tanaman (mm/hari),

Et_0 = Evapotranspirasi potensial (mm/hari),

Kc = Koefisien tanaman.

Besarnya koefisien tanaman berbeda-beda dan berubah setiap periode pertumbuhan tanaman itu. Evapotranspirasi potensial dihitung dengan metode Penman yang telah disesuaikan dengan keadaan Indonesia dan nilai kc untuk berbagai jenis tanaman yang ditanam disajikan harga – harga koefisien tanaman padi dengan varietas unggul dan varietas biasa menurut Nedeco/ Prosida dan FAO (dapat dilihat pada Tabel 2.8), koefisien tanaman untuk tebu (dapat dilihat pada Tabel 2.9), dan koefisien tanaman untuk palawija (dapat dilihat pada Tabel 2.10).

Tabel 2.8. Koefisien Tanaman untuk Padi (Kc)

B ulan	NEDECO/PROSIDA		FAO	
	Varie tas Biasa	Varietas Unggul	Varie tas Biasa	Varietas Unggul
0.5	1.2	1.2	1.1	1.1
1	1.2	1.27	1.1	1.1
1.5	1.32	1.33	1.1	1.5
2	1.4	1.3	1.1	1.5
2.5	1.35	1.3	1.1	1.5
3	1.24	0	1.05	0.95
3.5	1.12		0.95	0
4	0		0	

(Anonim, Standar Perencanaan Irigasi, 1986)

Catatan :

- Harga – harga koefisien ini akan dipakai dengan rumus evapotranspirasi Penman yang sudah dimodifikasi, dengan

menggunakan metode yang diperkenalkan oleh Nedeco/Prosida atau FAO,

- Varietas padi biasa adalah varietas padi yang masa tumbuhnya lama,
- Varietas unggul adalah varietas padi yang jangka waktu tumbuhnya pendek,
- Selama setengah bulan terakhir pemberian air irigasi ke sawah dihentikan. Kemudian koefisien tanaman diambil “nol” dan pada padi akan menjadi masak dengan air yang tersedia.

Tabel 2.9. Koefisien Tanaman untuk Tebu

UMUR TANAMAN		Tahap Pertumbuhan	RHmin <70%		RHmin <20%	
12 Bln	24 Bln		ANGIN			
			kecil/sedang	kencang	kecil/sedang	kencang
0 - 1,0	0 - 2,5	saat tanam sampai 0,25	0,65	0,6	0,4	0,45
1,0 - 2	2 - 3,5	0,25 - 0,5 rimbun	0,8	0,85	0,75	0,8
2 - 2,5	3,5 - 4,5	0,5 - 0,75 rimbun	0,9	0,95	0,95	1
2,5 - 4,0	4,5 - 6,0	0,75 sampai rimbun	1	1	1,1	1,2
4,0 - 10	6,0 - 17	penggunaan air puncak	1,05	1,15	1,25	1,3
10 - 11,0	17 - 22	awal berbunga	0,8	0,85	0,29	1,01
11,0 - 12	22 - 24	menjadi masak	0,6	0,65	0,7	0,7

(Anonim, *Standar Perencanaan Irigasi*, 1986)

Catatan :

- Diambil dari Ref (FAO, 1977).
- Untuk diterapkan dengan metode ET Prosida, kalikan masing – masing harga koefisien dengan 1, 15.

NB: rimbun = full canopy, maksudnya pada saat tanaman telah mencapai tahap berdaun rimbun, sehingga bila dilihat dari atas tanah di sela – selanya tidak tampak.

Tabel 2.10. Koefisien Tanaman untuk Palawija

Se te ngah Bulan ke -	Koefisien Tanaman					
	Kedelai	Jagung	Kacang Tanah	Bawang	Buncis	Kapas
1	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
2	0,75	0,59	0,51	0,51	0,64	0,50
3	1,00	0,96	0,66	0,59	0,89	0,58
4	1,00	1,05	0,85	0,90	0,95	0,75
5	0,82	1,02	0,95	0,95	0,88	0,91
6	0,45	0,95	0,95	-	-	1,04
7	-	-	0,55	-	-	1,05
8	-	-	0,55	-	-	1,05
9	-	-	-	-	-	1,05
10	-	-	-	-	-	0,78
11	-	-	-	-	-	0,65
12	-	-	-	-	-	0,65
13	-	-	-	-	-	0,65

Catatan :

- Diambil dari *FAO Guideline for Crop Water Requirements* (Ref. FAO, 1977)
- Untuk diterapkan dengan metode ET Prosida, kalikan harga-harga koefisien tanaman itu dengan 1,15.

(Anonim, *Standar Perencanaan Irigasi*, 1986)

2.6.9.8. Pengganti Lapisan Air (Water Level Requirement)

- Setelah pemupukan, diusahakan untuk menjadwalkan dan mengganti lapisan air menurut kebutuhan.
 - Jika tidak ada penjadwalan semacam itu, maka dilakukan penggantian sebanyak 2 kali, masing-masing 50 mm (atau 3,3 mm/hari selama $\frac{1}{2}$ Bulan) selama sebulan dan dua bulan setelah transplantasi.
- (Anonim, *Standar Perencanaan Irigasi*, 1986)

2.6.9.9. Kebutuhan Air di Sawah

Perhitungan netto kebutuhan air padi, palawija, dan tebu di jaringan irigasi dihitung dengan persamaan :

$$\begin{aligned} \text{NFR}_{\text{padi}} &= \text{Etcrop} + \text{WLR} + \text{P} - \text{Re}_{\text{padi}} \\ \text{NFR}_{\text{palawija}} &= \text{Etcrop} - \text{Re}_{\text{palawija}} \\ \text{NFR}_{\text{tebu}} &= \text{Etcrop} - \text{Re}_{\text{tebu}} \end{aligned}$$

Dimana :

$$\begin{aligned} \text{NFR}_{\text{padi, pala, tebu}} &= \text{Kebutuhan air untuk persiapan lahan} \\ &\quad (\text{mm/hari}), \\ \text{WLR} &= \text{Kebutuhan air untuk penggantian lapisan air}, \\ \text{P} &= \text{Perkolasi}, \\ \text{Re} &= \text{Curah hujan efektif (mm/hari)}, \\ \text{Etcrop} &= \text{kebutuhan air untuk tanaman.} \end{aligned}$$

2.6.9.10. Difrection Requirement (DR)

Besarnya kebutuhan pengambilan dari sumber air untuk masing-masing jenis tanaman seperti padi, palawija, dan tebu dinyatakan dalam l/det/ha.

$$\text{DR} = \frac{\text{NFR}}{e \times 8,64} \text{ l/dt/ha}$$

Dimana :

$$\begin{aligned} \text{DR} &= \text{kebutuhan air irigasi (lt/dt/ha)} \\ e &= \text{efisiensi saluran} \\ \text{NFR} &= \text{kebutuhan air di sawah (mm/hari)} \end{aligned}$$

Efisiensi jaringan tersier sebesar 80%, saluran sekunder sebesar 90%, dan saluran primer sebesar 90%, sehingga efisiensi total adalah $80\% \times 90\% \times 90\%$ dibulatkan menjadi 65%. Koefisien 8,64 adalah faktor karena konversi satuan dari mm/hari menjadi liter/det

2.6.10. Analisa Kebutuhan Daya Listrik

2.6.10.1. Perhitungan Daya dan Energi Listrik

Daya listrik yang dibangkitkan dapat dihitung menggunakan pendekatan rumus :

$$P = \rho \cdot g \cdot Q \cdot H_e \cdot \text{etg} \text{ (Watt)} = 9,81 \cdot Q \cdot H_e \text{ (Kilo Watt)}$$

Dimana :

P = Daya yang dihasilkan (KW)

ρ = Massa jenis air = 1000 kg/m^3

Q = Debit air (m^3/detik)

H_e = Tinggi terjun (m)

Etg = Efisiensi (80%-100%)

g = Percepatan gravitasi ($9,81 \text{ m}^2/\text{s}$)

Di dalam efisiensi (etg) di atas merupakan gabungan dari beberapa banyak efisiensi, yaitu efisiensi turbin (etg_T) dan efisiensi generator (etg_G) dan efisiensi transformator (etg_{TRA}).

Pada simulasi operasi waduk ini yang diperhatikan adalah besarnya produksi energi yang diperoleh dalam per tahun dengan persamaan:

$$E = P \cdot t$$

Dengan:

E = Energi listrik bangkitan dalam kilowatt.jam (kWh)

P = Daya yang dihasilkam (kW)

t = Waktu (jam), $365 \times 24 \text{ jam} = 8760 \text{ jam}$

(OF.Patty, *Tenaga Air – 1995:14*)

2.6.11. Perhitungan Water Balance & Simulasi Operasi Waduk

Studi keseimbangan air (*water balance study*) merupakan salah satu cara dalam upaya untuk mencari salah satu komponen jumlah air pada suatu sistem. Secara garis besar studi ini memperhitungkan jumlah air yang masuk pada suatu sistem

dikurangi dengan jumlah air yang keluar dari suatu sistem tersebut haruslah sama dengan storage yang tersimpan dalam sistem. Pada suatu sistem waduk, jumlah air yang masuk diidentifikasi sebagai inflow antara lain :

- Debit inflow (debit yang masuk kedalam waduk)
- Hujan diatas permukaan air waduk (*presipitasi on water surface*)

Sedangkan jumlah air yang keluar diidentifikasi sebagai outflow antara lain :

- Penguapan diatas permukaan waduk (*evaporation*)
- Pengeluaran air untuk kebutuhan untuk PLTA dan irigasi

Dengan adanya *water balance* ini, maka dapat diketahui sampai seberapa jauh volume yang tersedia dan air yang digunakan. Metode yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah metode *sequent peak analysis* dengan rumusan :

$$K_t = Q_{f_{ta}} + K_{t-1} - R_t, \text{ jika positif}$$

$$K_t = 0, \text{ jika negatif}$$

Dimana :

K_t = tampungan yang dapat disimpan

R_t = outflow

K_{t-1} = tampungan yang dapat disimpan sebelum periode – t

$Q_{F_{ta}}$ = inflow dari tampungan

Dan untuk menghitung $Q_{F_{ta}}$ digunakan rumusan :

$$Q_{F_{ta}} = Q_{F_t} + P_{pt} - E_{vt}$$

Dimana :

Q_{F_t} = debit sungai yang masuk tampungan

P_{pt} = preseipitasi (hujan) yang jatuh

Dalam proses water balance dan simulasi pola operasi PLTA dan irigasi ada beberapa batasan sebagai parameter keberhasilan proses ini. Batasan-batasan yang dipakai dalam perhitungannya adalah sebagai berikut :

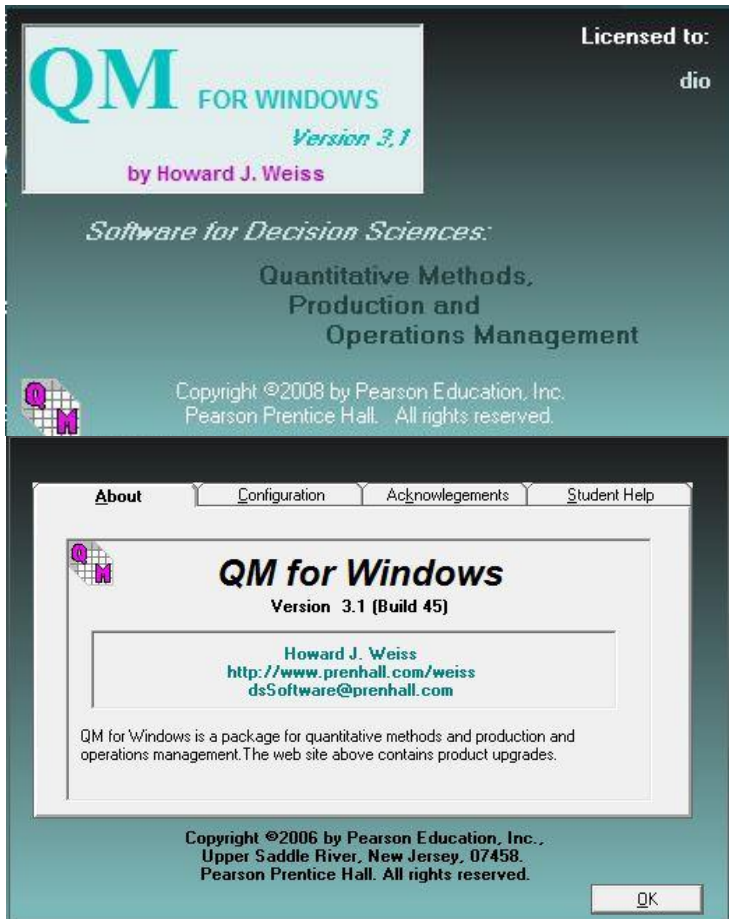
1. Debit Inflow merupakan debit yang masuk tampungan waduk sesuai dengan data yang didapat.
2. Debit outflow untuk PLTA dan irigasi sesuai dengan perhitungan debit.
3. Evaporasi dihitung sebagai outflow.
4. Besar daya listrik maksimal yang dapat dihasilkan genertor sebesar 4,5 Mega Watt
5. Pengoperasian PLTA berorientasi pada daya listrik yang dihasilkan PLTA tidak kurang dari 40% daya listrik maksimum yang dihasilkan generator.
6. Daya listrik dan kebutuhan air untuk irigasi dari hasil pengoperasian akan dibandingkan dengan daya listrik yang mampu dihasilkan saat ini.
7. Keberhasilajn pengoperasian PLTA dan lahan irigasi terairi terjadi bila batasan nomor 5 dan 6 telah terpenuhi.

2.6.12. Optimasi Linear dengan Program *POM-QM For Windows Version 3.1*

Optimasi linear merupakan suatu model matematis yang mempunyai dua fungsi utama, yaitu fungsi tujuan dan fungsi kendala atau pembatas. Optimasi linear bertujuan untuk mencapai nilai maksimum atau minimum dari suatu fungsi tujuan. Aplikasi PQM yang digunakan untuk analisa nilai yang gunanya agar mencapai hasil yang optimum (maksimum atau minimum) dan dituangkan menjadi suatu rumusan di dalam satu sel yang disebut sel tujuan, tetapi memiliki batasan pada nilai dari sel rumusan lain pada lembar kerja.

POM-QM Windows 3.1 (Production and Operation Management – Quantitative Methods for Windows Version 3.) adalah sistem pendukung keputusan yang mudah digunakan. Aplikasi ini dikembangkan untuk keperluan manajemen produksi atau operasi dan metode kuantitatif atau manajemen kuantitatif. POM dan QM pada awalnya paket software ini diciptakan terpisah untuk setiap jenis tertentu saja, namun saat ini digabungkan menjadi satu program yang disebut POM-QM (Render, 2012: 9).

POM-QM (juga dikenal sebagai POM dan QM). Paket ini adalah perangkat lunak yang mudah dan sesuai dalam bidang produksi dan manajemen operasi, metode kuantitatif, ilmu manajemen, atau riset operasi. POM-QM dirancang untuk membantu memahami bidang tersebut (Weiss, 2005: 1).



Gambar 2.22. Aplikasi POM-QM

Aplikasi PQM bekerja dengan grup sel, yang disebut variabel keputusan atau sel variabel sederhana yang digunakan dalam penghitungan rumus di dalam sel tujuan dan batasan. PQM juga menyesuaikan nilai di dalam sel variabel keputusan untuk memenuhi batas pada sel batasan dan memberikan hasil yang diinginkan untuk sel tujuan.

Dalam menyusun pola operasi waduk menggunakan metode optimasi. Penyelesaian masalah optimasi dengan program linier dimulai dengan menentukan variabel-variabel keputusan yang hendak dicari nilai variabel optimumnya, lalu dibentuk fungsi tujuannya berupa volume tampungan air waduk setiap bulan. Kemudian diidentifikasi kendala-kendala yang dihadapi dan dinyatakan secara fungsional berupa persamaan atau pertidaksamaan.

Adapun model matematika optimasi yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

a. Fungsi Tujuan

Bentuk umum fungsi sasaran dari pengoperasian Waduk Selorejo adalah untuk memaksimalkan nilai pendapatan irigasi dan PLTA sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 Z. = & \sum_1^{12} VPLTAx_n + \sum_1^{12} V1PLTAy_n + \sum_1^{12} V2PLTAy_n + \\
 & \sum_1^{12} V3PLTAy_n + \sum_1^{12} QVPLTAy_n + \sum_1^{12} V1PLTAz_n + \\
 & \sum_1^{12} V2PLTAz_n + \sum_1^{12} V3PLTAz_n + \sum_1^4 (c. LTPADI. 1_n) + \\
 & \sum_4^8 (c. LTPADI. 2_n) + \sum_8^{12} (c. LTPADI. 3_n) + \\
 & \sum_1^4 (d. LTPALAWIJA. 1_n + \sum_5^8 (d. LTPALAWIJA. 2_n) + \\
 & \sum_8^{12} (d. LTPALAWIJA. 3_n) + \sum_1^4 (e. LTTEBU. 1_n) + \\
 & \sum_4^8 (e. LTTEBU. 2_n) + \sum_8^{12} (e. LTTEBU. 3_n)
 \end{aligned}$$

Dimana :

Z = Nilai tujuan yang ingin dicapai, yaitu

	memaksimalkan volume dilihat dari intens tanam yang paling besar
V_{PLTAx}	= Volume air yang keluar dari turbin 1 PLTA Selorejo (m^3)
V_{1PLTAy}	= Volume air yang keluar dari turbin 1 PLTA Mendalan (m^3)
V_{2PLTAy}	= Volume air yang keluar dari turbin 2 PLTA Mendalan (m^3)
V_{3PLTAy}	= Volume air yang keluar dari turbin 3 PLTA Mendalan (m^3)
V_{4PLTAy}	= Volume air yang keluar dari turbin 4 PLTA Mendalan (m^3)
V_{1PLTAz}	= Volume air yang keluar dari turbin 1 PLTA Siman (m^3)
V_{2PLTAz}	= Volume air yang keluar dari turbin 2 PLTA Siman (m^3)
c	= Volume Kebutuhan air irigasi untuk Padi dalam musim tertentu sesuai luas tanam yang akan ditanami (m^3/ha)
d	= Volume Kebutuhan air irigasi untuk Palawija dalam musim tertentu sesuai luas tanam yang akan ditanami (m^3/ha)
e	= Volume Kebutuhan air irigasi untuk Tebu dalam musim tertentu sesuai luas tanam yang akan ditanami (m^3/ha)
LT_{PADI}	= Luas Tanam Padi (Ha)
LT_{TEBU}	= Luas Tanam Tebu (Ha)
$LT_{PALAWIJA}$	= Luas Tanam Palawija (Ha)
1,2,3...12	= Bulan

b. Fungsi Kendala

Fungsi kendala merupakan batasan-batasan yang akan membatasi pengoperasian waduk. Fungsi kendala sistem pengoperasian waduk selorejo yang dibagi menjadi beberapa persamaan sebagai berikut :

1. Outlet dari pipa tekan waduk pada dasarnya terbagi menjadi
 - a. Pelepasan total air waduk melalui pipa tekan yang mengacu pada pengoperasian waduk yang setara dengan volume tampungan waduk yang dimana kurang dari dengan adanya debit inflow dan evaporasi, dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$VPLTA.x_n - S_n \leq VS_n - EA_n$$

Dimana :

$VPLATx_n$ = pelepasan air melalui outlet turbin
dimana ketinggian headnya untuk
pembangkit energi listrik bulan ke-n
(m^3)

S_n = total volume tampungan air waduk
Selorejo pada bulan tertentu (m^3)

VS_n = volume inflow Waduk Selorejo (m^3)

EA_n = volume evaporasi Kawasan Waduk
Selorejo(m^3)

n = 1,2,3,12 (bulan)

Selanjutnya dari pelepasan PLTA Selorejo menuju KTH Mendalan dimana hasil outflow dari PLTA Selorejo menuju KTH Mendalan digunakan sebagai debit inflow PLTA Mendalan sehingga dirumuskan sebagai berikut :

$$V_1PLTA.y_n + V_2PLTA.y_n + V_3PLTA.y_n + V_4PLTA.y_n - M_n \leq PB_n - EB_n + VPLTA.x_n$$

Dimana :

$V_tPLTA.y_n$ = pelepasan volume air melalui outlet
turbin PLTA dimana ketinggian
headnya untuk pembangkit energi
listrik, airnya untuk irigasi bulan ke-t
(m^3)

$\sum VPLTA.y_n$ = jumlah volume pelepasan air dari
semua Turbin PLTA Mendalan (m^3)

PB_n = volume presipitasi Kawasan KTH

	Mendalan (m^3)
EB_n	= volume evaporasi Kawasan KTH Mendalan (m^3)
M_n	= total volume tampungan air KTH Mendalan pada bulan tertentu
t	= 1,2,3,4 (turbin)
n	= 1,2,3,,12 (bulan)

Selanjutnya dari pelepasan PLTA Selorejo menuju KTH Siman dimana hasil outflow dari PLTA Siman menuju KTH Siman digunakan sebagai debit inflow PLTA Mendalan sehingga dirumuskan sebagai berikut :

$$V_1PLTA.z_n + V_2PLTA.z_n + V_3PLTA.z_n - N_n \leq PC_n - EC_n + \sum VPLTA.y_n$$

Dimana :

$V_tPLTA.z_n$	= pelepasan volume air melalui outlet turbin PLTA Siman dimana ketinggian headnya untuk pembangkit energi listrik, airnya untuk waduk Siman ke-t (m^3)
$\sum VPLTA.y_n$	= jumlah pelepasan air dari semua Turbin PLTA Mendalan (m^3)
PB_n	= volume presipitasi Kawasan KTH Siman (m^3)
EB_n	= volume evaporasi Kawasan KTH Siman (m^3)
N_n	= total volume tampungan air KTH Siman pada bulan tertentu (m^3)
t	= 1,2,3 (turbin)
n	= 1,2,3,,12 (bulan)

- b. Pelepasan air waduk melalui outlet turbin PLTA Siman menuju Waduk Siman untuk mengairi DI. Siman dilihat dari intensitas tanam dimana dalam DI. Siman terdapat suplesi air Kali Konto Atas dari Hulu Gunung Kelud, dirumuskan sebagai berikut :

$$\sum V_{PLTA.z.n} - V_{SIMAN.Kr_n} - V_{SIMAN.Kn_n} + F_n - P_n \geq c.LT.PADI_n + d.LT.PALAWIJA_n + e.LT.TEBU_n$$

Dimana :

$\sum V_{PLTA.z.n}$ = jumlah pelepasan volume air dari semua Turbin PLTA Mendalan

$V_{SIMAN.Kr_n}$ = jumlah pelepasan volume air dari semua Turbin PLTA Mendalan

$V_{SIMAN.Kn_n}$ = jumlah pelepasan volume air dari semua Turbin PLTA Mendalan

F_n = inflow Kali Konto Atas

P_n = total volume air tampungan waduk Siman pada bulan tertentu

2. Diketahui bahwa kebutuhan air irigasi berbeda setiap bulannya, sedangkan luas lahan tetap sama, sehingga diperlukan suatu persamaan kendala untuk mengantisipasi kesalahan pola skala kebutuhan. Pendekatan persamaan pola skala kebutuhan dirumuskan sebagai berikut :

$$\frac{PAS_t}{\sum_{t=1}^{n=4} PAS_t} * \left(\sum_{t=1}^{n=4} LT.PADI \right) - LT.PADI = 0$$

Dimana :

$\sum PAS_t$ = total air dibutuhkan irigasi selama satu musim tanam yaitu 4 bulan (m^3)

$\sum PAT_t$ = total pelepasan irigasi melalui outlet turbin dan outlet irigasi selama satu musim tanam yaitu 4 bulan (m^3)

$LT.PADI$ = luas tanam komoditas

T = satu musim tanam yaitu 4 bulan

3. pelepasan PLTA maksimal-minimal dan pelepasan total melalui pipa tekan maksimal

$$VPLTA \leq \text{kapasitas volume air maksimum outlet turbin}$$

$$VPLTA \geq \text{kapasitas volume air minimum outlet turbin}$$

4. Kendala kapasitas tampungan waduk maupun KTH berdasarkan pelepasan total air waduk melalui pipa tekan turbin yang mengacu pada pengoperasian waduk dengan elevasi lebih besar atau sama dengan MOL adalah sebagai berikut :

$$MOL \text{ Waduk} \times \text{Luas Waduk} \leq St \leq \text{Kapasitas Maksimum}$$

Dimana :

MOL Waduk = Volume Tinggi muka air rendah (m^3)

Luas Waduk = Luas genangan air pada waduk (m^2)

St = Tampungan waduk atau KTH akhir bulan ke- t
(juta m^3 /bulan)

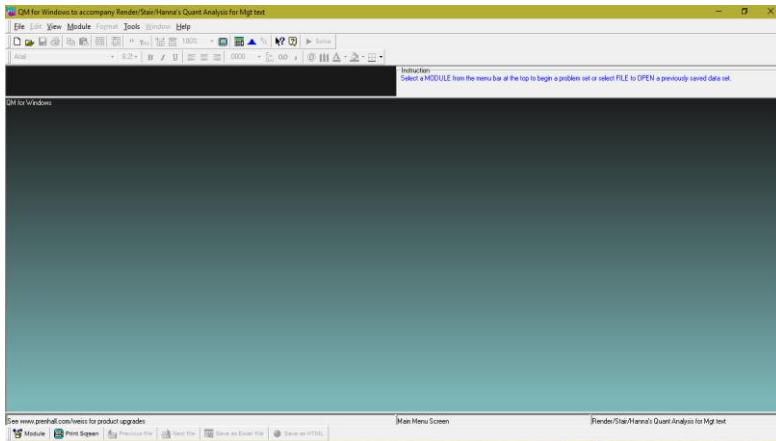
t = 1,2,3,.....,12

5. Semua variabel putusan tidak boleh kurang dari nol atau bernilai negatif (persyaratan non-negatif)

$$LT. PADI, LT. PAL., LT. TEBU, VPLTA_x, VPLTA_y, VPLTA_z \geq 0$$

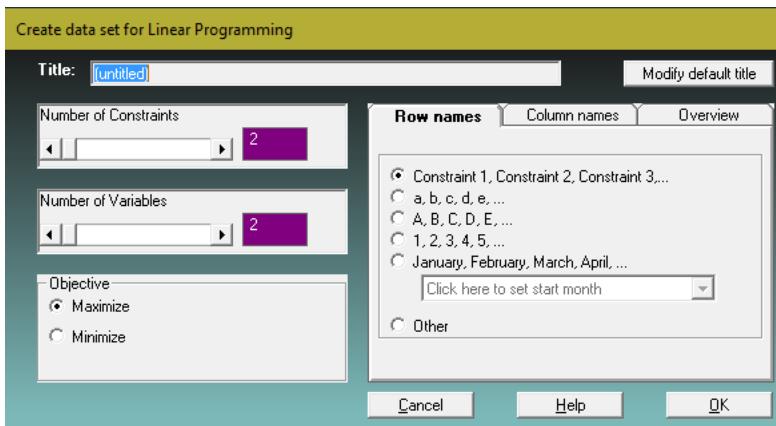
Berikut adalah langkah-langkah untuk penggunaan PQM For Windows version 3 pada Windows 10.

1. Jalankan program QM *For Windows*, pilih *Module – Linear Programming*.






Gambar 2.23. Jendela Program POM-QM

2. Pilih menu *File - New*, sehingga muncul tampilan seperti gambar 2.24. di bawah ini.


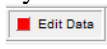


Gambar 2.24. Tampilan Pembuatan Jumlah Variabel Kendala dan penetapan Optimasi

3. Buat judul penyelesaian soal ini dengan mengisi bagian *Title*, jika *Title* tidak diisi, program *QM For Windows* akan membuat judul sendiri sesuai *default* (patokannya).
4. Isikan jumlah kendala dengan cara meng-klik tanda  pada kotak *Number of Constraints*.
5. Isikan jumlah variabel dengan cara meng-klik tanda  pada kotak *Number of Variables*.
6. Pilih tujuan yang akan dicari pada bagian *Objective*, jika tujuan yang akan dicari adalah maksimasi, pilih *Maximize*, begitupun sebaliknya, jika tujuan yang akan dicari minimasi, maka pilih *Minimize*.
7. Kemudian klik OK, dan akan muncul gambar 2.25 seperti di bawah ini.

Objective				Instruction	
<input checked="" type="radio"/> Maximize <input type="radio"/> Minimize				Enter the name for this variable. Almost any char	
		X2		RHS	Equation form
Maximize	0	0			Max
Constraint 1	0	0	\leq	0	≤ 0
Constraint 2	0	0	\leq	0	≤ 0

Gambar 2.25. Lembar Kerja POM-QM

8. Isikan angka-angka sesuai soal, pada kotak yang bersesuaian.
9. Selesaikan dengan meng-klik tombol  pada *toolbar* atau dari menu *File - Solve*, atau dengan menekan tombol F9 pada *keyboard*.
10. Jika ternyata ada data soal yang perlu diperbaiki, klik tombol  pada *toolbar* atau dari menu *File - Edit*.
11. Jangan lupa simpan (*save*) file kerja ini dengan menu *File - Save* atau menekan tombol Ctrl+S.

Ada 6 *output* (tampilan) yang dihasilkan dari penyelesaian soal, dapat dipilih untuk ditampilkan dari menu *Windows* yaitu :

1. *Linear Programming Results*
2. *Ranging*

3. *Original Problem w/answers*
4. *Iterations*
5. *Dual*
6. *Graph*

Output-output ini dapat ditampilkan secara bersamaan dengan memilih menu *Window – Tile*, atau secara bertumpuk dengan menu *Window – Cascade*.

1. Tampilan *Linear Programming Results* menunjukkan hasil perhitungan.
2. Tampilan *Ranging* khususnya pada kolom *Lower Bond* dan *Upper Bond* menunjukkan batas maksimal (minimum dan maksimum) pada koefisien variabel dan pada nilai kendala, dimana pada rentang nilai antara *Lower Bond* dan *Upper Bond*, penambahan atau pengurangan nilai solusi yang optimal adalah sebanding (*linear*) dengan penambahan atau pengurangan koefisien variabel atau nilai kendala.
3. Tampilan *Original Problem w/answer*, menunjukkan hasil perhitungan beserta persoalan yang diselesaikannya.
4. Tampilan *Iterations*, menunjukkan langkah-langkah dalam metode Simpleks, untuk menyelesaikan persoalan LP.
5. Tampilan *Dual*, menunjukkan permasalahan dual primal atau penyelesaian dual *problem* dari primal *problem* atau sebaliknya.
6. Tampilan *Graph*, menunjukkan secara grafik, hasil perhitungan LP. Tampilan ini hanya akan muncul jika yang diselesaikan persoalan 2 dimensi (bisa digambarkan dengan grafik dengan sumbu x dan y).

BAB III METODOLOGI

Dalam penulisan Tugas Akhir ini, ada beberapa prosedur yang digunakan mulai dari analisis hingga rencana pengoperasian yang optimum untuk mencapai hasil yang diharapkan. Pertama, data hujan, data suhu, data kelembaban, data debit inflow dan data turbin PLTA yang sudah didapatkan, berikutnya dianalisa untuk mendapatkan volume hujan. Selanjutnya, data-data debit andalan yang sudah didapatkan, berikutnya akan dianalisa untuk mendapatkan debit inflow yang akan digunakan dalam untuk PLTA dan Irigasi. Kemudian, melakukan perhitungan volume evaporasi pada waduk Selorejo, KTH Mendalan dan KTH Siman. Selanjutnya, data-data teknis waduk selorejo, KTH Mendalan dan Siman berikutnya akan digunakan untuk perencanaan pengoperasian elevasi tinggi waduk dan kapasitas efektif maksimal pada KTH (Kolam Tampungan Harian). Selanjutnya setelah analisa hujan, evaporasi, debit andalan, analisa kapasitas maksimum turbin PLTA dan kapasitas efektif waduk maupun KTH (Kolam Tampungan Harian) sebagaimana digunakan syarat fungsi batasan dalam penentuan fungsi tujuan optimum. Selanjutnya, peninjauan dalam analisis optimum dengan *software POM-QM For Windows Version 3.1* yang didapatkan solusi perencanaan debit PLTA yang kapasitasnya nanti akan dibandingkan dengan debit realisasi dan intensitas tanm. Perencanaan operasi di waduk selorejo, dilakukan beberapa alternatif dengan melakukan perhitungan teoritis melalui *duration curve*. Sehingga, didapatkan hasil rencana operasi PLTA Mendalan, PLTA Siman dan daerah irigasi Siman dengan percoabaan alternatif yang dapat digunakan dengan optimal dengan kata lain optimum dengan memaksimum intensitas tanam sesuai debit andalan dan kapasitas waduk. Terakhir, simulasi pola operasi PLTA dan irigasi agar diketahui apakah Qinflow & Qoutflow pada elevasi dan kapasitas efektif pada waduk dan KTH (Kolam Tampungan Harian) tidak meluap. Untuk mengetahui tidak meluapnya waduk dan KTH (Kolam

Tampungan Harian) dilakukan perhitungan mass curve. Selain itu, apakah simulasi pola operasi mampu menambah listrik yang digunakan untuk masyarakat dan mencukupi kebutuhan air sawah irigasi dari waduk Selorejo.

Secara umum, perencanaan operasi optimum yang diterapkan di waduk Selorejo, terbagi menjadi 3 sistem alternatif, yaitu :

1. Perubahan pola tata tanam irigasi dengan melakukan percobaan awal tata tanam dan perhitungan FPR (faktor polowijo relatif)
2. Perubahan prosentase debit outflow teoritis PLTA dari waduk selorejo yang digunakan untuk PLTA Mendalan, PLTA Siman dan daerah irigasi Siman yang akan dilimpaskan di sungai Brantas.

Dengan adanya optimasi operasi ini, potensi air di waduk Selorejo dapat dimanfaatkan secara optimal.

Prosedur pelaksanaan yang digunakan dalam penyusunan Tugas Akhir mempunyai tahapan sebagai berikut :

3.1. Pendahuluan

Membahas mengenai latar belakang, permasalahan, tujuan, batasan masalah dan manfaat dari penulisan Tugas Akhir.

3.2. Survey Lokasi

Melakukan peninjauan lokasi waduk Selorejo, agar tahu kondisi yang ada.

3.3. Dasar Teori

Menjelaskan tentang dasar-dasar teori, peraturan dan perumusan yang dipakai.

3.4. Persiapan

Persiapan yang tercakup dalam serangkaian kegiatan yang meliputi :

1. Mencari informasi mengenai tempat permintaan data untuk dijadikan bahan tugas akhir
2. Mencari data ke instansi/perusahaan yang terkait, antara lain Dinas Pekerjaan Umum Pengairan Provnsi Jawa Timur, Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kabupaten Kediri dan Perusahaan Umum Jasa Tirta I Kota Malang serta meminta ijin kepada instansi tersebut yang memiliki proyek untuk meminjam data guna dijadikan sebagai bahan tugas akhir.
3. Membuat dan mengajukan berkas-berkas yang di perlukan untuk memperoleh data. Dalam hal ini yaitu proposal dan surat pengantar dari kepala departemen teknik infrastruktur sipil untuk pengajuan permintaan data.

3.5. Pengumpulan Data

3.5.1. Pengumpulan Data Primer

Data Primer diperoleh dengan cara survei kondisi dan situasi lapangan. Data primer yang dimaksudkan adalah data yang didapatkan dari lokasi studi berdasarkan hasil pengamatan dan wawancara dengan pihak-pihak terkait.

3.5.2. Pengumpulan Data Sekunder

Data Sekunder diperoleh dengan mengajukan surat permohonan atas data yang dibutuhkan kepada instansi-instansi yang terkait sebagai pemilik data. Data sekunder yang dibutuhkan dalam proyek tugas akhir terapan ini adalah :

1. Peta Topografi
2. Data Debit Sungai
3. Data Curah Hujan
4. Data Klimatologi
5. Data Eksisting Waduk
6. Data Riwayat Pola Operasi Waduk
7. Data Daerah Irigasi Siman
 - Peta Lokasi Daerah Irigasi Siman
 - Data luas baku sawah
 - Data kondisi jaringan

- Data Pola Tanam
- Skema Jaringan
- 8. Data PLTA Selorejo
- 9. Data PLTA Mendalan
- 10. Data PLTA Siman

3.6. Analisa

Analisa mengkaji operasi waduk yang diperlukan volume dan debit kapasitas yang akan dikeluarkan adalah sebagai berikut :

1. Analisa kebutuhan air irigasi
2. Analisa kebutuhan pembangkit listrik
3. Proyeksi neraca air dengan teknik optimasi *PQM For Windows Version 3.1*

3.7. Proyeksi Neraca Air dalam Operasi Waduk

Pada tahap ini, operasi eksisting waduk adalah patokan operasional bulanan suatu waduk dimana debit air yang dikeluarkan oleh waduk harus sesuai di lapangan pada kondisi awal pada akhir tahun.

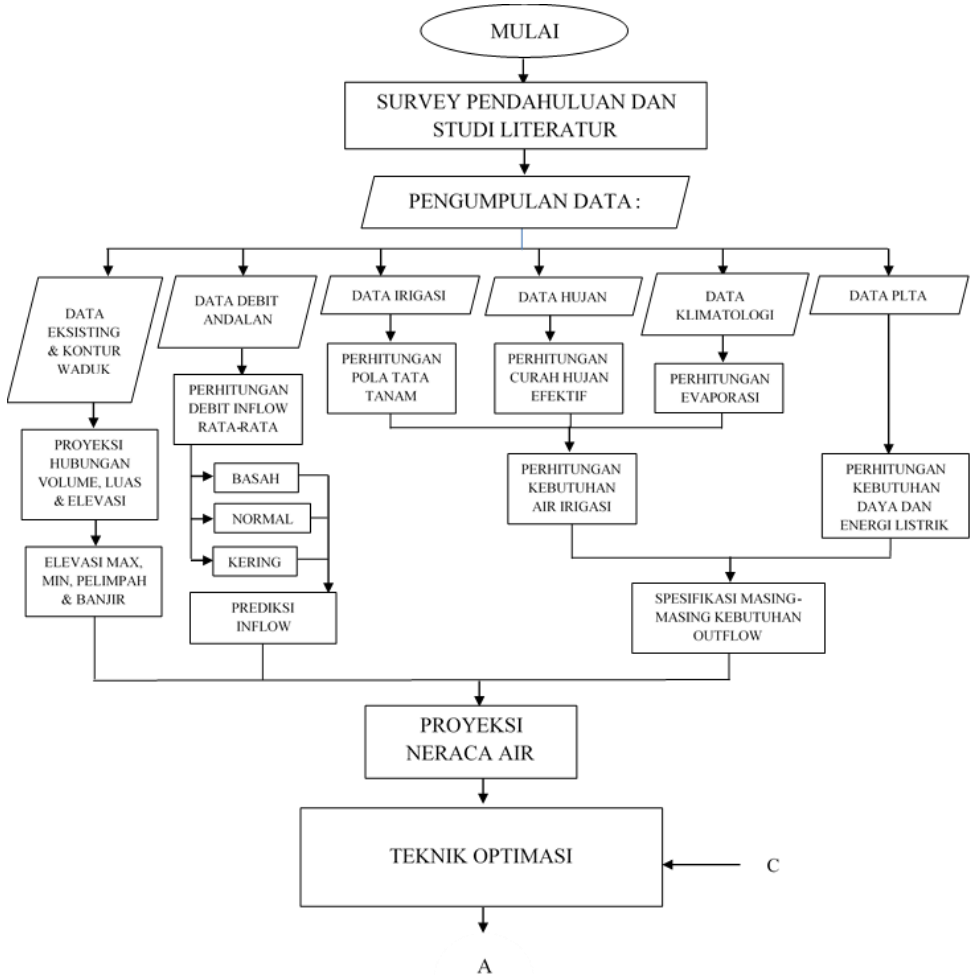
Dengan adanya operasi eksisting ini maka dapat dibandingkan dengan proyeksi neraca air apakah ada suplesi kekurangan atau kelebihan yang optimal dari tahun sebelumnya, jika tidak maka dapat dilakukan dengan cara melakukan perhitungan yang akan dijelaskan pada bagian bab-4 analisa selanjutnya.

3.8. Kesimpulan

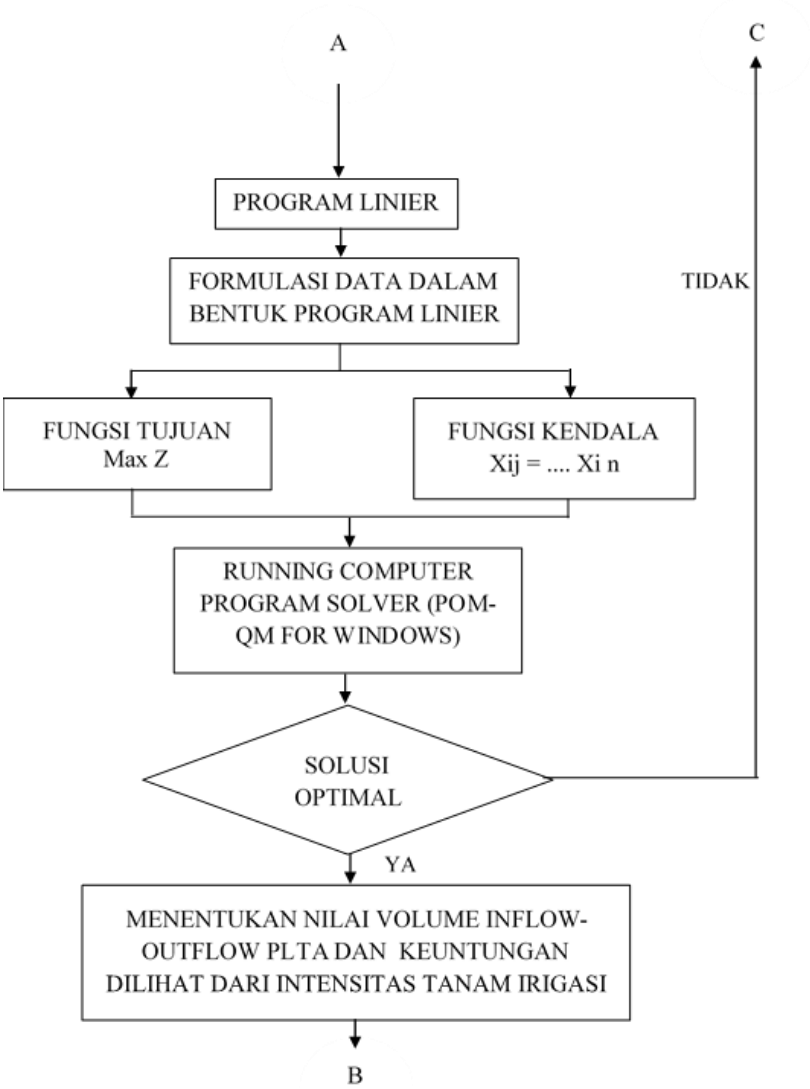
Pada bagian ini berisi mengenai kesimpulan dan saran yang diambil dari hasil perencanaan teknis.

3.9. Flowchart Metodologi

Pada gambar 3.26. berikut ini akan ditunjukkan diagram alir metodologi pelaksanaan tugas akhir :



Gambar 3.26. Flowchart Perencanaan Operasi yang Optimum Waduk Selorejo



Gambar 3.26. Flowchart Perencanaan Operasi yang Optimum Waduk Selorejo (Lanjutan)



Gambar 3.26. Flowchart Perencanaan Operasi yang Optimum Waduk Selorejo (Lanjutan)

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB IV

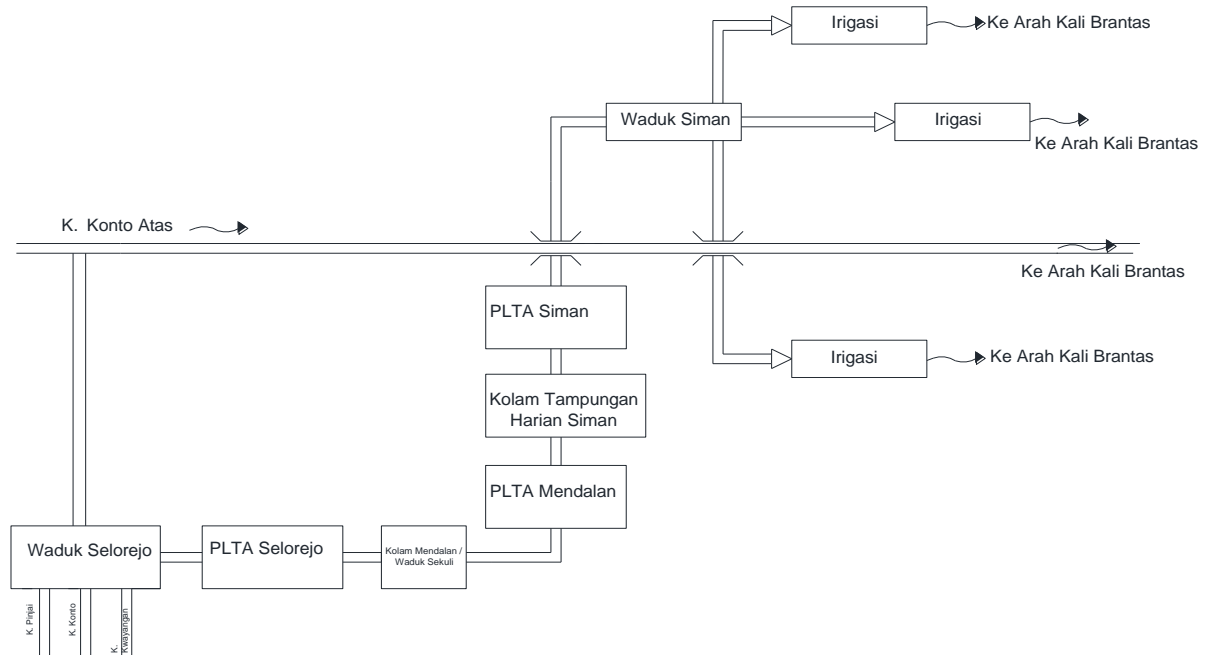
ANALISA HIDROLOGI DAN KEBUTUHAN LISTRIK PADA KAWASAN WADUK SELOREJO

Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) adalah listrik yang mengandalkan energi potensial dan kinetik dari air untuk menghasilkan energi listrik. Energi listrik yang dibangkitkan dari air biasa disebut sebagai hidroelektrik. Bentuk utama dari pembangkit listrik jenis ini adalah motor yang dihubungkan ke turbin yang digerakkan oleh tenaga kinetik dari air. Namun, secara luas, pembangkit listrik tenaga air tidak hanya terbatas pada air dari sebuah waduk atau air terjun, melainkan juga meliputi pembangkit listrik yang menggunakan tenaga air dalam bentuk lain seperti tenaga ombak. Pembangkit Listrik Tenaga Air di Indonesia sudah mulai terlihat banyak. Waduk Selorejo adalah sebagai penghasil energi listrik PLTA Selorejo, PLTA Mendalan dan PLTA Siman serta untuk memenuhi air irigasi untuk lahan sawah. Untuk sketsa alur pembuangan waduk selorejo dapat dilihat pada gambar 4.27.

Perseroan terbatas pembangkitan jawa bali (PT. PJB) merupakan salah satu produsen listrik untuk PLN yang tergabung dalam interkoneksi Jawa dan Bali. Produk utamanya dalam pengelolaan PLTA adalah :

1. Kesiapan operasi unit pembangkit dengan mekanisme penyampaian dikirim langsung kepada pelanggan yang dinyatakan dengan EAF (*Equivalent Availability Factor*) *declare*;
2. Energi listrik (kWh) dengan mekanisme penyampaian dikirim langsung kepada pelanggan melalui transmisi tenaga listrik berdasarkan kontrak jual beli;
3. Jasa Operation dan Maintenance (O&M) pembangkit, dengan mekanisme penyampaian langsung kepada pelanggan melalui layanan pengoperasian dan pemeliharaan pembangkit berdasarkan kontrak.

(Buku Saku Panduan Magang PT. PJB, 2010)



Gambar 4.27. Layout Alokasi Air Waduk Selorejo

Kesiapan operasi unit pembangkit yang dinyatakan melalui EAF yang merupakan indikator perusahaan dalam mewujudkan pelayanan kepada pelanggan. EAF tahun 2010 untuk UP. Brantas sebesar 88,43 persen. Artinya bahwa pembangkit siap beroperasi sebesar 88,43 persen dari total kemampuan daya yang dihasilkan. Penjualan energi listrik diakui berdasarkan kilo watt hour (KwH) yang dipasok kepada PT. PLN (Persero) dengan menggunakan formula tarif yang ditetapkan melalui perjanjian jual beli tenaga listrik. Formula tarif mencakup perhitungan komponen harga tetap kapasitas, harga tetap operasi dan pemeliharaan, harga bahan bakar, tingkat pasokan energi, serta variabel lainnya. Disamping usaha utama, PT. PJB juga mengembangkan usaha penunjang tenaga listrik yaitu unit jasa operasi dan pemeliharaan (O&M) pembangkit. Unit jasa ini berada di bawah anak perusahaan PJB yaitu PT. Pembangkitan Jawa Bali Services dan PT. Rekadaya Elekrika.

Untuk dapat menghasilkan produk utama ini, kinerja staf PT. PJB sangat dipengaruhi oleh kondisi eksternal dan internal perusahaan. Kondisi internal berkaitan dengan hal-hal teknis pembangkit antara lain adalah kesiapsiagaan staf PJB selama dua puluh empat jam dalam merawat dan mengoperasikan alat-alat pembangkit sehingga berfungsi efisien dan bertahan dalam jangka panjang. Faktor eksternal pembangkit listrik tenaga air adalah tata kelola waduk yang menjadi bahan bakar bagi alat pembangkit untuk menghasilkan listrik. Bahan bakar berupa air tersebut ditampung dalam suatu waduk dan menjadi sumber bahan bakar dalam jangka panjang. Tata kelola waduk tersebut dipengaruhi oleh seberapa besar aktivitas penunjang yang memanfaatkan waduk, tekanan lingkungan dari sekeliling waduk, dan limpasan erosi dan limbah dari hulu sungai-sungai yang bermuara di waduk. Faktor lain yang mempengaruhi kondisi air di waduk adalah besarnya curah hujan, evaporasi dan besarnya sedimen mempengaruhi kualitas dan kuantitas air. Alat-alat pembangkit listrik membutuhkan air dalam jumlah yang cukup dengan kualitas yang baik. Jika kualitas air di waduk dalam keadaan buruk, misalnya

mengandung unsur logam tinggi tentunya akan mempengaruhi efisiensi alat-alat pembangkit.

Untuk memahami lebih jauh mengenai operasi optimasi ketersediaan air waduk dengan produksi listrik yang menjadi produk utama PLTA, maka perlu dipelajari hubungan antara volume air yang dikeluarkan dengan perhitungan produksi listrik berikut.

4.1. Perhitungan Hidrologi Kawasan Waduk Selorejo

Dalam perhitungan dalam potensi air waduk Selorejo terdapat dua jenis pemanfaatan air yang sangat penting, yaitu pembangkit listrik dan irigasi. Pada bab ini akan membahas hal-hal yang bersangkutan dengan dua pemanfaatan tersebut, yaitu penentuan jumlah air yang tersedia dan variasinya menurut waktu. Dalam pengerjaan tersebut dibutuhkan ilmu hidrologi dan hidrometeorologi.

Hidrologi dan Hidrometeorologi adalah ilmu tata air dalam cabang ilmu pengetahuan yang berhadapan dengan distribusi dan kejadian air di atmosfer, di atas permukaan bumi dan di bawah permukaan bumi. Di dalam mempelajari hidrologi dan hidrometeorologi, memungkinkan untuk memastikan potensi sumber air dari suatu area, distribusi dan ketersediaan air terhadap waktu.

4.1.1. Analisa Debit

Debit yang masuk ke Waduk Selorejo berasal dari Aliran sungai besar dari Kali Konto, Lahar Kletak, Kali Kwayangan, dan beberapa sungai kecil yang semuanya diukur agar didapat data debit dan pengukuran data debit dilakukan setiap hari. Data debit hasil pengukuran ini kemudian dirata-rata untuk mendapatkan data debit bulanan. Data debit yang diperoleh adalah data debit bulanan selama 10 tahun, yaitu sejak sampai 2006-2015.

Dari analisa perhitungan debit andalan metode Weibull dengan data historis debit inflow Waduk Selorejo selama 10 tahun didapatkan debit andalan periode dasar harian masing-masing pola

tahun basah (probabilitas 20%), tahun normal (probabilitas 50%) dan tahun kering (probabilitas 80%) seperti pada tabel 4.11. Dalam perhitungan, untuk debit inflow probabilitas 20%, 50% dan 80% dapat dilihat pada tabel 4.12. dan Berikut data debit inflow bulanan ditampilkan pada tabel 4.11.

Tabel 4.11. Data Debit Inflow Waduk Selorejo Selama 10 Tahun (2006-2015)

Tahun	Inflow rata-rata												Rata-rata per tahun
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agu	Sep	Okt	Nop	Des	
2006	14,35	14,09	13,15	12,79	12	8,29	6,36	5,74	5,42	6,37	6,96	9,47	9,58
2007	6,93	13,52	14,35	13,93	8,99	8,23	7,1	6,56	6,18	7,55	9,51	17,07	9,99
2008	13,7	19	21,25	15,69	12,68	9,73	8,42	8,13	8,02	8,62	9,81	10,94	12,17
2009	17,37	22,38	15,21	12,48	12,31	10,07	7,47	7,53	7,32	7,8	9,88	8,23	11,50
2010	15,47	17,65	15,9	18,18	17,09	13,49	10,37	8,94	11,1	11,65	14,28	17,5	14,30
2011	18,62	16,35	17,05	18,08	17,85	11,21	9,35	8,51	8,2	8,08	12,32	11,38	13,08
2012	15,8	18,62	17,84	13,63	11,11	8,99	8,13	8,07	7,77	8,24	9,72	11,14	11,59
2013	20,01	19,76	16,53	18,75	12,61	13,36	10,46	8,44	7,43	8,34	10,82	16,48	13,58
2014	19,42	25,61	17,76	14,61	10,73	9,48	8,4	7,56	6,91	6,41	8,8	13,48	12,43
2015	8,5	13,8	10,58	9,06	3,96	1,56	0,22	0	0,01	0	0,98	3,13	4,32
Rata-rata per bulan	15,017	18,078	15,962	14,72	11,933	9,441	7,628	6,948	6,836	7,306	9,308	11,882	

(Sumber : Perum Jasa Tirta I Malang)

Tabel 4.12. Perhitungan Probabilitas Debit Inflow Pola Tahun Kering, Normal dan Basah

Prob.	No	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agu	Sep	Okt	Nop	Des
%		m ³ /dt	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³ /dt
100	1	6,93	13,52	10,58	9,06	3,96	1,56	0,22	0	0,01	0	0,98	3,13
90	2	8,5	13,8	13,15	12,48	8,99	8,23	6,36	5,74	5,42	6,37	6,96	8,23
80	3	13,7	14,09	14,35	12,79	10,73	8,29	7,1	6,56	6,18	6,41	8,8	9,47
70	4	14,35	16,35	15,21	13,63	11,11	8,99	7,47	7,53	6,91	7,55	9,51	10,94
60	5	15,47	17,65	15,9	13,93	12	9,48	8,13	7,56	7,32	7,8	9,72	11,14
50	6	15,8	18,62	16,53	14,61	12,31	9,73	8,4	8,07	7,43	8,08	9,81	11,38
40	7	17,37	19	17,05	15,69	12,61	10,07	8,42	8,13	7,77	8,24	9,88	13,48
30	8	18,62	19,76	17,76	18,08	12,68	11,21	9,35	8,44	8,02	8,34	10,82	16,48
20	9	19,42	22,38	17,84	18,18	17,09	13,36	10,37	8,51	8,2	8,62	12,32	17,07
10	10	20,01	25,61	21,25	18,75	17,85	13,49	10,46	8,94	11,1	11,65	14,28	17,5
Jumlah Hari		31,0	28,0	31,0	30,0	31,0	30,0	31,0	31,0	30,0	31,0	30,0	31,0
Q80% (Kering)	m ³ /dt	13,7	14,09	14,35	12,79	10,73	8,29	7,1	6,56	6,18	6,41	8,8	9,47
	m ³	36694080	34086528	38435040	33151680	28739232	21487680	19016640	17570304	16018560	17168544	22809600	25364448
Q50% (Normal)	m ³ /dt	15,47	17,65	15,9	13,93	12	9,48	8,13	7,56	7,32	7,8	9,72	11,14
	m ³	41434848	42698880	42586560	36106560	32140800	24572160	21775392	20248704	18973440	20891520	25194240	29837376
Q20% (Basah)	m ³ /dt	17,37	19	17,05	15,69	12,61	10,07	8,42	8,13	7,77	8,24	9,88	13,48
	m ³	46523808	45964800	45666720	40668480	33774624	26101440	22552128	21775392	20139840	22070016	25608960	36104832

(Sumber : Hasil Perhitungan)

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

4.1.2. Penetapan Debit Andalan atau Debit Teoritis Pada PLTA Selorejo

Untuk memenuhi ketersediaan volume air didalam waduk selama pengoperasian, diperlukan debit yang diharapkan mampu untuk mencukupi besarnya debit outflow (pengambilan). Pada perencanaan operasi ini debit minimal diambil sebesar 100%, yang berarti dihadapi resiko debit yang lebih kecil dari debit andalan adalah 0%.

Pada perhitungan debit andalan Bendungan Selorejo, sebelumnya menggunakan metode basic year yang gunanya menentukan debit peluang dengan probabilitas 80% pola operasi kering, dikarenakan pada tahun 2015 debit inflow pada bulan kemarau tidak ada, sehingga peluang probabilitas dengan 80%. Namun dalam penentuan debit teoritis outflow digunakan duration curve dengan metode statistika rangking. Penetapan rangking dilakukan dengan menggunakan analisa frekuensi. Debit Teoritis PLTA 100% (Q100%) mempunyai arti bahwa debit tersebut disamai atau dilampaui sebesar 100%. Yang dimana debit tersebut digunakan PLTA selama setahun penuh tanpa adanya non-aktif pada turbin.

Untuk memenuhi ketersediaan volume air didalam waduk selama pengoprasian, diperlukan debit yang diharapkan mampu mencukupi besarnya debit di pintu pengambilan (debit outflow). Pada perencanaan ini debit andalan diambil sebesar 80% yang berarti dihadapi besarnya resiko debit yang lebih kecil dari debit andalan adalah 20%. Selain itu dari pernyataan itu debit teoritis PLTA 80% dalam duration curve juga dapat dikatakan bahwa debit yang keluar (outflow) hanya selama 7008 jam atau kurang lebih 10 bulan dalam setahun.

Dalam pembuatan Duration Curve diperlukan data hasil pengamatan debit inflow selama periode sekurang-kurangnya 10 tahun. Makin lama periode pengamatannya makin baik gambaran yang dihasilkan, biasanya periode pengamatan disesuaikan dengan tingkat kebutuhannya. Dari data debit dilihat jumlah kejadian dari suatu debit yang masuk interval, kemudian prosentase kumulatif

dari kejadiannya disusun sehingga dapat diperoleh gambaran Duration Curvenya.

Langkah-langkah dalam mengerjakan Duration Curve menggunakan cara statistika pengolahan data adalah sebagai berikut.

1. Data debit rata-rata bulanan dalam 10 tahun dari tabel 4.11. diurutkan dari yang terkecil ke urutan yang terbesar kemudian disusun dalam interval seperti pada tabel 4.13. Untuk perhitungan jarak interval dapat dihitung sebagai berikut :

$$n = 10 \text{ tahun} = 10 \times 30 \text{ hari} \times 12 \text{ bulan} = 3600 \text{ hari}$$

$$a \text{ max} = 25,61$$

$$a \text{ min} = 0$$

$$R = a \text{ max} - a \text{ min} = 25,61 - 0 = 25,61$$

$$k = 1 + 3,3322 \text{ Log } (n) = 1 + 3,3322 \text{ Log } (3652) = 12,871 \\ \approx 13 \text{ Interval } (R/k) = 354,91/12,871 = 27,574 \approx 28$$

Interval dimulai dari 0

Maka ada 13 kelas interval (k) dengan selisih interval sebesar 28 pada tiap interval.

2. Menentukan titik tengah pada interval data debit
3. Kemudian menentukan frekuensi dimana data yang telah diinterval didapatkan jumlah data.
4. Setelah melakukan penentuan frekuensi dalam interval, langkah selanjutnya melakukan frekuensi kumulatif yang dimana kumulatif nol (0) dimulai pada interval terakhir.
5. Untuk perhitungan prosentase dengan menggunakan rumus berikut :

$$P = \frac{\text{Frekuensi Kumulatif}}{3600} \times 100\%$$

Setelah dilakukan perhitungan prosentase seperti yang telah dijelaskan pada tahap sebelumnya, maka diperoleh gambar grafik duration curve pada gambar 4.28.

Tabel 4.13. Perhitungan Duration Curve

Interval (m³/dt)	Titik Tengah	Frekuensi (bulan)	Frekuensi (hari)	Frekuensi Kumulatif	Prosentase %
1	2	3	4	5	6
0 - 2	1	6	180	3600	100
2 - 4	3	2	60	3420	95
4 - 6	5	2	60	3360	93,33
6 - 8	7	18	540	3300	91,67
8 - 10	9	29	870	2760	76,67
10 - 12	11	13	390	1890	52,50
12 - 14	13	16	480	1500	41,67
14 - 16	15	10	300	1020	28,33
16 - 18	17	12	360	720	20,00
18 - 20	19	8	240	360	10,00
20 - 22	21	2	60	120	3,33
22 - 24	23	1	30	60	1,67
24 - 26	25	1	30	30	0,83

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Keterangan :

Kolom 1 = Interval nilai atau data

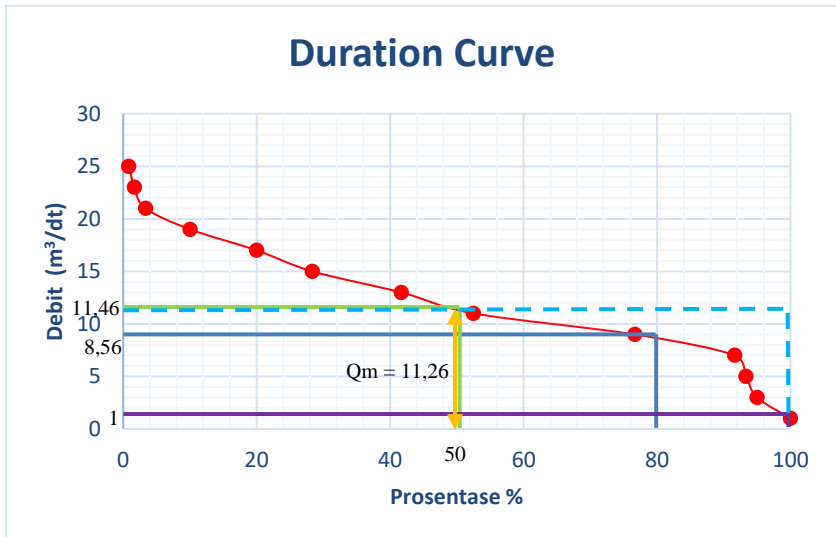
Kolom 2 = Nilai atau data yang terdapat pada titik tengah interval

Kolom 3 = Nilai atau data yang muncul pada interval tertentu pada satuan bulanan

Kolom 4 = Nilai atau data yang muncul pada interval tertentu pada satuan harian

Kolom 5 = Nilai atau data yang muncul pada kumulatif dari interval 24-

$$\text{Kolom 6} = \frac{26}{\text{nilai kolom 5}} \times 100\%$$



Gambar 4.28. Grafik Duration Curve
(Sumber : Hasil Perhitungan)

Dalam menentukan penetapan besar debit andalan PLTA Selorejo saat maksimal dilakukan perhitungan dengan rumus daya listrik (P) maksimal, yaitu sebagai berikut :

- Data : High Water Level = 622 m
 Elevasi Turbin PLTA = 583,5 m
 $\Delta H = 622 - 583,5 =$

38,5m

P = 4500 KW

- Ditanya : Q. PLTA Selorejo =?

- Jawab :

$$P = 9,81 \times Q \times \Delta H \times \text{etg} \times \rho_{\text{air}}$$

$$4500000 = 9,81 \times Q \times 38,5 \times 0,8 \times 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$Q_{\text{PLTA}} = \frac{4500000}{9,8 \times 38,5 \times 0,8 \times 1000} = 14,9 \text{ m}^3/\text{det}$$

Sedangkan dalam menentukan penetapan besar debit andalan PLTA Selorejo saat ini (eksis) dilakukan perhitungan dengan rumus daya listrik (P) rata-rata sebesar 10,44 m³/detik

Debit saat ini (eksis) PLTA Selorejo 10,44 m³/detik. Untuk menentukan debit dalam besar prosentase dari gambar grafik duration curve diatas didapatkan dari interpolasi berikut

➔ Untuk debit 10,44 m³/dtk

$$Q = 11$$

$$P = 52,5$$

$$Q = 9$$

$$P = 41,67$$

$$Q = 10,44$$

$$P = ?$$

$$\begin{aligned} Q &= 11 + \left[\left(\frac{60 - 52,5}{76,67 - 52,5} \right) ((9) - (11)) \right] \\ &= 59,27\% \end{aligned}$$

Dari perhitungan interpolasi diatas didapatkan prosentase debiy eksisting sebesar 59,27 % selama setahun tanpa adanya non active dalam setiap bulannya.

Berdasarkan grafik duration curve dari suatu aliran sungai dapat diambil beberapa daya teoritis sebagai berikut :

- Daya teoritis yang terdapat selama 95 % (11 bulan atau 8322 jam) yang dimana jika dihubungkan dengan duration curve didapatkan debit sebesar 3 m³/dt dikeluarkan selama setahun penuh tanpa adanya *non active* dalam bulanan dengan mengkonversikan dari 8322 jam menjadi jam per hari sehingga perhitungannya sebagai berikut :

$$= 8322 \text{ jam} / 8760 \text{ jam} \times 24 \text{ jam dalam per hari.}$$

$$= 22.8 \text{ jam per hari}$$

Selanjutnya untuk perhitungan konversi debit operasi setahun penuh tanpa adanya non active sebagai berikut

$$= 24 \text{ jam} / 22,8 \text{ jam} \times 3 \text{ m}^3/\text{dt}$$

$$= 3,1578 \text{ m}^3/\text{dt}$$

- Daya teoritis yang terdapat selama 50% dari satu tahun (6 bulan atau 4380 jam) berdasarkan debit yang dapat diambil selama 6 bulan (4380 jam) dari sungai. Dalam menentukan besar debit 50% dari grafik duration diatas didapatkan cara interpolasi berikut:

➔ Untuk debit 50% ($Q_{50\%}$)

$$P = 52,5$$

$$Q = 11$$

$$P = 41,67$$

$$Q = 13$$

$$P = 50$$

$$Q = ?$$

$$\begin{aligned} Q &= 13 + \left[\left(\frac{50 - 41,67}{52,5 - 41,67} \right) ((11) - (13)) \right] \\ &= 11,4615 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan interpolasi diatas, dapat diketahui bahwa debit inflow 50% pada waduk adalah 11,46 m³/dt, dikeluarkan selama setahun penuh tanpa adanya *non active* dalam bulanan dengan mengkonversikan dari 4380 jam menjadi jam per hari sehingga perhitungannya sebagai berikut:

$$= 4380 \text{ jam} / 8760 \text{ jam} \times \text{jam dalam per hari.}$$

$$= 12 \text{ jam per hari}$$

Selanjutnya untuk perhitungan konversi debit operasi setahun penuh tanpa adanya non active sebagai berikut

$$= 24 \text{ jam} / 12 \text{ jam} \times 11,46 \text{ m}^3/\text{dt}$$

$$= 22,92 \text{ m}^3/\text{dt}$$

- Daya teoritis yang terdapat selama 60% dari satu tahun (7 bulan atau 5184 jam) berdasarkan debit yang dapat diambil selama 7 bulan (5184 jam) dari sungai. Dalam menentukan besar debit 60% dari grafik duration diatas didapatkan cara interpolasi berikut:

➔ Untuk debit 60% ($Q_{60\%}$)

$$P = 76,67$$

$$Q = 9$$

$$P = 52,5$$

$$Q = 11$$

$$P = 60$$

$$Q = ?$$

$$\begin{aligned} Q &= 11 + \left[\left(\frac{60 - 52,5}{76,67 - 52,5} \right) ((9) - (11)) \right] \\ &= 10,38 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan interpolasi diatas, dapat diketahui bahwa debit inflow 50% pada waduk adalah 10,38 m³/dt, dikeluarkan selama setahun penuh tanpa adanya *non active* dalam bulanan dengan mengkonversikan dari 5184 jam menjadi jam per hari sehingga perhitungannya sebagai berikut:

$$= 5184 \text{ jam} / 8760 \text{ jam} \times 24 \text{ jam dalam per hari.}$$

$$= 14,2 \text{ jam per hari}$$

Selanjutnya untuk perhitungan konversi debit operasi setahun penuh tanpa adanya non active sebagai berikut

$$= 24 \text{ jam} / 14,2 \text{ jam} \times 10,38 \text{ m}^3/\text{dt.}$$

$$= 17,543 \text{ m}^3/\text{dt}$$

- Daya teoritis yang terdapat selama 80% (7008 jam) dari satu tahun; yakni berdasarkan debit yang dapat diambil dari sungai selama waktu 80% (P_{80}). Dalam menentukan besar debit andalan 80% dari grafik duration diatas didapatkan cara interpolasi berikut :

➔ Untuk debit andalan ($Q_{80\%}$)

$$P = 91,67$$

$$Q = 7$$

$$P = 76,67$$

$$Q = 9$$

$$P = 80$$

$$Q = ?$$

$$\begin{aligned} Q &= 9 + \left[\left(\frac{80 - 76,67}{91,67 - 76,67} \right) ((7) - (9)) \right] \\ &= 8,556 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan interpolasi diatas, dapat diketahui bahwa debit outflow 80% pada waduk adalah sebesar 8,556 m³/dt. dikeluarkan selama setahun penuh tanpa

adanya *non active* dalam bulanan dengan mengkonversikan dari 7008 jam menjadi jam per hari sehingga perhitungannya sebagai berikut:

$$= 7008 \text{ jam} / 8760 \text{ jam} \times 24 \text{ jam dalam per hari.}$$

$$= 19,2 \text{ jam per hari}$$

Selanjutnya untuk perhitungan konversi debit operasi setahun penuh tanpa adanya *non active* sebagai berikut

$$= 24 \text{ jam} / 19,2 \text{ jam} \times 8,556 \text{ m}^3/\text{dt}$$

$$= 10,695 \text{ m}^3/\text{dt}$$

- Daya teoritis yang terdapat selama 95% (8322 jam) dari satu tahun; yakni berdasarkan debit yang dapat diambil dari sungai selama waktu 95% (P_{95}). Dalam menentukan besar debit 95% dari grafik duration diatas didapatkan cara interpolasi berikut :
- Daya teoritis minimal, yaitu daya yang terdapat dalam sungai selama setahun penuh (365 hari atau 8760 jam) selama waktu 100%, Bahwa debit inflow 100% pada waduk adalah sebesar 1 m^3/dt dimana telah terhitung pada tabel 4.13.
- Daya teoritis (P_m), berdasarkan debit rata-rata dari duration curve (Q rata-rata adalah sedemikian besar hingga luas empat persegi panjang $Q_m \times 365 \text{ hari} = \text{luas duration curve}$). Dalam tabel data debit 10 tahun grafik duration curve didapat debit rata-rata sebesar $Q_m = 11,255 \text{ m}^3/\text{det.}$

Berdasarkan perhitungan data daya teoritis PLTA Selorejo, didapat rekapitulasi data daya dan debit pada tabel 4.14. sebagai berikut :

Tabel 4.14. Rekapitulasi Data Teoritis Debit pada PLTA Selorejo

Prosentase	Debit	Operasi Jam per harinya	Debit	Operasi Jam per harinya setahun penuh
	(m³/dt)	(jam)	(m³/dt)	(jam)
100%	1	24	1	24
95%	3	24	3,16	22,8
80%	8,556	24	10,695	19,2
60%	10,38	24	17,54	14,2
50%	11,4615	24	22,92	12

(Sumber : Hasil Perhiungan)

Untuk selanjutnya debit outflow yang dipakai 100%, 80%, dan 50%. Pada data rekapitulasi diatas akan dijadikan percobaan variabel konstrain atau batasan debit maksimal sebagai data daya teoritis PLTA Selorejo.

4.1.3. Perhitungan Evaporasi

Dalam perhitungan Evaporasi perumusan yang digunakan adalah:

$$E_0 = 0,35 \times (e_a - e_d) \times [0,5 + 0,54 U_2]$$

Dimana :

U = kecepatan angin pada ketinggian 2 meter diatas permukaan air (m/dt)
 $(e_a - e_d)$ = selisih antara tekanan uap jenuh dan tekanan uap aktual rata-rata pada temperatur rata-rata (mm.Hg).

Perumusan evaporasi diatas dibutuhkan data suhu, data kelembaban udara dan data kecepatan angin. Dalam perhitungan evaporasi dalam optimasi waduk Selorejo ini dibutuhkan 3 data evaporasi dimana tempatnya yaitu wilayah Selorejo tepatnya di waduk tersebut, kolam tampungan harian Mendalan dan Siman. Lebih jelasnya berikut perhitungan evaporasi dalam optimasi waduk Selorejo :

4.1.3.1. Perhitungan Evaporasi di Waduk Selorejo

Untuk data suhu waduk Selorejo, data kelembaban relatif dan data kecepatan angin dapat dilihat pada perhitungan yang disajikan dalam tabel. dimana data tersebut didapatkan selama satu tahun terakhir tahun 2016.

Langkah-langkah dalam perhitungan Evaporasi dalam waduk Selorejo pada tabel 4.16. adalah sebagai berikut :

- Langkah 1. Memasukan data-data pada tabel 4.15., yaitu data Suhu ($^{\circ}\text{C}$), Kelembaban (%), dan data Kecepatan angin (m/detik).
- Langkah 2. Pada kecepatan angin, data dalam bentuk satuan (km/jam) harus di konversi dalam bentuk satuan (m/detik) dengan cara : $9,17 \text{ km/jam} \times 1000/3600 = 2,55 \text{ m/detik}$.

- Langkah 3. Mencari harga Tekanan Uap Jenuh (e_a) (mm.Hg)
 Dari data $T = 25,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ didapat $e_a = 24,69\text{ mm.Hg}$
 dimana tekanan uap jenuh (e_a) untuk dikonversikan
 berbagai temperatur udara dapat dilihat pada tabel 2.3.
 tekanan uap air jenuh.
- Langkah 4. Mencari harga Tekanan Uap Aktual (e_d) (mm.Hg).
 $e_d = e_a \cdot R_h = 24,69 \times 86\% = 20,51\text{ mm.Hg}$.
- Langkah 5. Mencari selisih antara Tekanan Uap Jenuh dengan
 Tekanan Uap Aktual ($e_a - e_d$). $(e_a - e_d) = 23,85 - 20,51$
 $= 3,34\text{ mm.Hg}$
- Langkah 6. Menghitung besarnya Evaporasi yang terjadi (E_o). $E_o = 0,35 \times 3,34 \times (0,5 + 0,54 \cdot 5,43)$
- Langkah 7. Selanjutnya besar evaporasi dikonversikan dari
 mm/hari menjadi m/hari. $E_o = 2,00 \rightarrow E_o = 0,002$
- Langkah 8. Menghitung luas waduk Selorejo. $L = 2657200\text{ m}^3$
- Langkah 9. Menghitung volume evaporasi (Vol. E_o). $\text{Vol. } E_o = 0,002 \times \text{Luas Waduk Selorejo}$.
- Langkah 10. Menghitung volume evaporasi dari satuan m^3/hari
 dikalikan hari dalam sebulan. Hasil dari perhitungan
 terdapat pada tabel 4.16., dengan keterangan tabel
 sebagai berikut :
- (1) = Data suhu atau temperatur (T), satuan ($^{\circ}\text{C}$)
 - (2) = Data kelembaban (RH), dalam (%)
 - (3) = Data kecepatan angin (U), satuan (km/jam)
 - (4) = Hasil perhitungan perubahan (km/jam) menjadi
 (m/detik)
 - (5) = Hasil interpolasi suhu untuk mendapatkan
 Tekanan Uap Jenuh (e_a) sesuai dengan langkah 3.
 - (6) = (2) x (5)
 - (7) = (5) - (6)
 - (8) = $0,35 \times (7) \times [0,5 + 0,54 \times (3)]$
 - (9) = (8) / 1000
 - (10) = Luas Waduk Selorejo (km^2) = 2657200 m^2
 - (11) = (9) x (10)
 - (12) = Jumlah Hari dalam per Bulan

$$(13) = (11) \times (12)$$

4.1.3.2. Perhitungan Evaporasi di KTH Mendalan

Untuk data suhu KTH Mendalan, data kelembaban relatif dan data kecepatan angin dapat dilihat pada perhitungan yang disajikan dalam tabel 4.18. dimana data tersebut didapatkan selama satu tahun terakhir tahun 2016.

Langkah-langkah dalam perhitungan Evaporasi dalam KTH Mendalan sama saja dengan perhitungan evaporasi waduk Selorejo sebelumnya, namun ada perbedaan dalam nilai luasnya. Nilai luas KTH Mendalan sebesar 60776 m².

4.1.3.3. Perhitungan Evaporasi di KTH Siman

Untuk data suhu KTH Siman, data kelembaban relatif dan data kecepatan angin nilainya sama karena daerah KTH Siman dekat dengan KTH Mendalan dalam suatu wilayah Kasembon, Malang. Selanjutnya dapat dilihat pada perhitungan yang disajikan dalam tabel 4.19. dimana data suhu tersebut didapatkan selama satu tahun terakhir sama dengan pada wilayah KTH Mendalan.

Langkah-langkah dalam perhitungan Evaporasi dalam KTH Siman sama dengan perhitungan evaporasi waduk Selorejo sebelumnya, namun ada perbedaan dalam nilai luasnya. Nilai luas KTH Siman sebesar 21276 m².

Tabel 4.15. Data Suhu di kawasan Waduk Selorejo

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Avg. Temperature (°C)	25,6	25,8	25,9	26,4	26,4	26,0	25,6	26,0	26,9	27,2	27,1	26,2
Min. Temperature (°C)	21,8	21,9	21,9	22,0	21,7	20,9	20,1	20,2	21,0	21,6	22,1	21,9
Max. Temperature (°C)	29,5	29,7	30,0	30,8	31,1	31,2	31,2	31,9	32,9	32,9	32,1	30,5
Avg. Temperature (°F)	78,1	78,4	78,6	79,5	79,5	78,8	78,1	78,8	80,4	81,0	80,8	79,2
Min. Temperature (°F)	71,2	71,4	71,4	71,6	71,1	69,6	68,2	68,4	69,8	70,9	71,8	71,4
Max. Temperature (°F)	85,1	85,5	86,0	87,4	88,0	88,2	88,2	89,4	91,2	91,2	89,8	86,9

(Sumber : www.climate.org)

Tabel 4.16. Perhitungan Evaporasi di Waduk Selorejo

No.	Jenis Data/Perhitungan	Satuan	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agu	Sep	Okt	Nov	Des
1	Suhu (T)	°C	25,60	25,80	25,90	26,40	26,40	26,00	25,60	26,00	26,90	27,20	27,10	26,20
2	Kelembaban (RH)	%	87,60	82,30	91,40	87,50	88,80	84,50	83,80	83,80	79,20	83,50	86,30	89,90
3	Kecepatan Angin	km/jam	9,11	3,34	14,28	8,21	11,85	7,25	6,72	6,61	3,45	5,54	7,57	12,80
4	Kecepatan Angin	m/detik	2,53	0,93	3,97	2,28	3,29	2,01	1,87	1,84	0,96	1,54	2,10	3,56
5	Tekanan Uap Jenuh (ea)	mm Hg	24,69	25,00	25,15	25,88	25,88	25,31	24,69	25,31	26,60	27,06	26,90	25,60
6	Tekanan Uap Sebenarnya (ed)	mm Hg	21,62	20,57	22,99	22,65	22,98	21,39	20,69	21,21	21,06	22,59	23,21	23,01
7	Perbedaan tekanan uap air (ea-ed)	mm Hg	3,06	4,42	2,16	3,24	2,90	3,92	4,00	4,10	5,53	4,46	3,69	2,59
8	Evaporasi	mm/hari	2,00	1,55	2,00	1,96	2,31	2,18	2,11	2,14	1,97	2,08	2,11	2,19
9	Evaporasi	m/hari	0,00200	0,00155	0,00200	0,00196	0,00231	0,00218	0,00211	0,00214	0,00197	0,00208	0,00211	0,00219
10	Luas Genangan Waduk Selorejo	m ²	2657200	2657200	2657200	2657200	2657200	2657200	2657200	2657200	2657200	2657200	2657149	2657149
		x 10 ⁶ m ²	2,6572	2,6572	2,6572	2,6572	2,6572	2,6572	2,6572	2,6572	2,6572	2,657149	2,657149	2,657149
11	Volume Evaporasi	x 10 ⁶ m ³ /hari	0,00531	0,00412	0,00531	0,00521	0,00614	0,00579	0,00561	0,00569	0,00523	0,00553	0,00561	0,00582
12	Jumlah Hari	hari	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
13	Volume Evaporasi	x 10 ⁶ m ³	0,1647	0,1153	0,1647	0,1562	0,1903	0,1738	0,1738	0,1763	0,1570	0,1713	0,1682	0,1804

(Sumber : Hasil Perhitungan)

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

Tabel 4.17. Data Suhu di Kawasan Mendalan

	January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December
Avg. Temperature (°C)	24,7	24,8	24,7	25	24,7	24,3	23,8	24,3	24,8	25,5	25,2	24,9
Min. Temperature (°C)	20,6	20,7	20,5	20,5	19,9	19	18,2	18,4	18,9	19,8	20,2	20,4
Max. Temperature (°C)	28,8	28,9	29	29,5	29,6	29,7	29,5	30,2	30,8	31,2	30,2	29,4
Avg. Temperature (°F)	76,5	76,6	76,5	77	76,5	75,7	74,8	75,7	76,6	77,9	77,4	76,8
Min. Temperature (°F)	69,1	69,3	68,9	68,9	67,8	66,2	64,8	65,1	66	67,6	68,4	68,7
Max. Temperature (°F)	83,8	84	84,2	85,1	85,3	85,5	85,1	86,4	87,4	88,2	86,4	84,9

(Sumber : www.climate.org)

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

Tabel 4.18. Perhitungan Evaporasi di KTH Mendalan

No.	Jenis Data/Perhitungan	Satuan	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agu	Sep	Okt	Nov	Des
1	Suhu (T)	°C	24,70	24,80	24,70	25,00	24,70	24,30	23,80	24,30	24,80	25,50	25,20	24,90
2	Kelembaban (RH)	%	87,40	82,10	91,20	87,30	88,60	84,30	83,60	83,60	80,00	83,30	86,10	89,70
3	Kecepatan Angin	km/jam	5,88	5,11	14,68	8,35	10,93	6,98	7,79	6,54	5,72	6,11	6,69	7,64
4	Kecepatan Angin	m/detik	1,63	1,42	4,08	2,32	3,04	1,94	2,16	1,82	1,59	1,70	1,86	2,12
5	Tekanan Uap Jenuh (ea)	mm Hg	23,31	23,45	23,31	23,75	23,31	22,71	22,03	22,71	23,45	24,53	24,06	23,60
6	Tekanan Uap Sebenarnya (ed)	mm Hg	20,37	19,26	21,26	20,73	20,65	19,15	18,41	18,99	18,76	20,43	20,72	21,17
7	Perbedaan tekanan uap air (ea-ed)	mm Hg	2,94	4,20	2,05	3,02	2,66	3,57	3,61	3,73	4,69	4,10	3,34	2,43
8	Evaporasi	mm/hari	1,42	1,86	1,94	1,85	1,99	1,93	2,11	1,93	2,23	2,03	1,76	1,40
9	Evaporasi	m/hari	0,00142	0,00186	0,00194	0,00185	0,00199	0,00193	0,00211	0,00193	0,00223	0,00203	0,00176	0,00140
10	Luas KTH Mendalan	m ²	60776	60776	60776	60776	60776	60776	60776	60776	60776	60776	60776	60776
11	Volume Evaporasi	m ³ /hari	86,30	113,04	117,91	112,44	120,94	117,30	128,24	117,30	135,56	123,38	106,97	85,09
12	Jumlah Hari	hari	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
13	Volume Evaporasi	m ³	2675,36	3165,21	3655,07	3373,07	3749,27	3518,93	3975,36	3636,23	4066,87	3824,63	3208,97	2637,68

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Tabel 4. 19. Perhitungan Evaporasi di KTH Siman

No.	Jenis Data/Perhitungan	Satuan	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agu	Sep	Okt	Nov	Des
1	Suhu (T)	°C	24,70	24,80	24,70	25,00	24,70	24,30	23,80	24,30	24,80	25,50	25,20	24,90
2	Kelembaban (RH)	%	87,40	82,10	91,20	87,30	88,60	84,30	83,60	83,60	80,00	83,30	86,10	89,70
3	Kecepatan Angin	km/jam	5,88	5,11	14,68	8,35	10,93	6,98	7,79	6,54	5,72	6,11	6,69	7,64
4	Kecepatan Angin	m/detik	1,63	1,42	4,08	2,32	3,04	1,94	2,16	1,82	1,59	1,70	1,86	2,12
5	Tekanan Uap Jenuh (ea)	mm Hg	23,31	23,45	23,31	23,75	23,31	22,71	22,03	22,71	23,45	24,53	24,06	23,60
6	Tekanan Uap Sebenarnya (ed)	mm Hg	20,37	19,26	21,26	20,73	20,65	19,15	18,41	18,99	18,76	20,43	20,72	21,17
7	Perbedaan tekanan uap air (ea-ed)	mm Hg	2,94	4,20	2,05	3,02	2,66	3,57	3,61	3,73	4,69	4,10	3,34	2,43
8	Evaporasi	mm/hari	1,42	1,86	1,94	1,85	1,99	1,93	2,11	1,93	2,23	2,03	1,76	1,40
9	Evaporasi	m/hari	0,00142	0,00186	0,00194	0,00185	0,00199	0,00193	0,00211	0,00193	0,00223	0,00203	0,00176	0,00140
10	Luas KTH Mendalan	m ²	21276	21276	21276	21276	21276	21276	21276	21276	21276	21276	21276	21276
11	Volume Evaporasi	m ³ /hari	30,21	39,57	41,28	39,36	42,34	41,06	44,89	41,06	47,46	43,19	37,45	29,79
12	Jumlah Hari	hari	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
13	Volume Evaporasi	m ³	936,57	1108,05	1279,54	1180,82	1312,52	1231,88	1391,66	1272,94	1423,70	1338,90	1123,37	923,38

(Sumber : Hasil Perhitungan)

4.1.4. Perhitungan Presipitasi

Dalam analisa hidrologi perhitungan presipitasi perlu dilakukan perhitungan penentuan hujan rata-rata. Dalam operasi waduk Selorejo penentuan hujan rata-rata kawasan yang berada di waduk Selorejo sendiri tidak dilakukan perhitungan, karena presipitasi di kawasan tersebut sudah termasuk dari data inflow debit andalan. Sehingga dengan tidak dihitungnya perhitungan presipitasi waduk Selorejo maka hanya dilakukan perhitungan presipitasi wilayah Kolam Tampung Harien Mendalan dan Siman yang akan digunakan sebagai perhitungan suplesi penambahan volume dalam optimasi neraca air.

Selanjutnya, untuk lebih jelasnya berikut perhitungan presipitasi sesuai wilayah masing-masing.

4.1.4.1. Perhitungan Presipitasi di KTH Mendalan

Dalam perhitungan presipitasi dalam operasi di PLTA Mendalan dibutuhkan data hujan pada kawasan kolam tersebut. Stasiun hujan yang terkait pada daerah kolam Mendalan adalah sebanyak 1 stasiun hujan yang terletak di dekat PLTA Mendalan itu sendiri, yaitu stasiun hujan Kasembon dimana perhitungan rata-rata curah hujan tersebut dicari berdasarkan rumus :

- Nilai rata-rata (*Mean*)

$$R = \frac{\sum R}{n}$$

Langkah-langkah dalam perhitungan presipitasi KTH Mendalan pada tabel 4.21. adalah sebagai berikut :

- Langkah 1. Memasukan data pada tabel 4.20. data hujan Kasembon dalam 10 harian per bulan tahun 2000-2014
- Langkah 2. Selanjutnya data curah hujan tersebut dihitung rata-ratanya (\bar{R}) dengan menggunakan persamaan rumus *Mean*. dimana harga ($\sum R$) merupakan jumlah data curah hujan 10 hari tahun 2000-2014 dan (n) merupakan jumlah tahun.

- Langkah 3. Menghitung dari data analisis curah hujan rata-rata per 10 harinya dikonversikan menjadi curah hujan rata-rata dalam bulanan.
- Langkah 4. Selanjutnya melakukan perhitungan curah hujan rata-rata per harinya.
- Langkah 5. Menghitung dari data curah hujan rata-rata dalam satuan (mm/hari) menjadi (m^3/hari).
- Langkah 6. Menghitung volume dari satuan (m^3/hari) menjadi (m^3) Selanjutnya untuk lebih jelasnya dalam perhitungan presipitasi rata-rata dapat dilihat pada tabel 4.21.. dengan keterangan sebagai berikut:

$$(1) = \frac{\sum R(\text{dari data curah hujan 15 harian})}{n \text{ (jumlah 10 hari dalam sebulan)}}$$

$$(2) = \frac{(1)}{10}$$

$$(3) = \text{Luas DAS Kolam Tampunguan Harian} = 179040 \text{ m}^2$$

$$(4) = (3) \times (2)$$

$$(5) = \text{Jumlah Hari Per Bulan}$$

$$(6) = (4) \times (5)$$

Analisa perhitungan presipitasi pada KTH Mendalan untuk lebih lengkapnya dapat dilihat pada tabel 4.21. pada setiap bulannya. Yang akan digunakan untuk perhitungan optimasi dalam neraca air waduk Selorejo.

4.1.4.2. Perhitungan Presipitasi di KTH Siman

Dalam perhitungan presipitasi dalam operasi di PLTA Siman dibutuhkan data hujan pada kawasan kolam tersebut. Stasiun hujan yang terkait pada daerah kolam Siman adalah sebanyak 1 stasiun hujan yang terletak sama di dekat kolam Mendalan, yaitu stasiun hujan Kasembon dimana perhitungan rata-rata curah hujan berada di KTH Siman sama dengan perhitungan curah hujan rata-rata di KTH Mendalan serta langkah-langkahnya. Perbedaannya terletak pada luas DAS kolamnya. Analisa perhitungan presipitasi di KTH Siman lebih lengkapnya dapat dilihat pada tabel. 4.23. pada setiap bulannya.

Tabel 4.20. Data Curah Hujan Kasembon

Tahun	Januari			Februari			Maret			April			Mei			Juni			Juli			Agustus			September			Oktober			Nopember			Desember				
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3					
2000	220	231	399	338	163	201	302	159	228	237	42	174	8	32	96	61	109	0	0	0	65	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
2001	133	71	121	235	35	39	95	52	154	80	138	101	35	22	16	215	18	0	0	10	0	0	0	0	0	0	5	0	41	83	61	274	27	381	31	23	17	31
2002	159	87	281	195	205	120	82	103	140	56	74	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	42	87	39	17	0		
2003	153	21	230	215	180	117	190	58	159	11	46	53	120	42	0	3	49	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	28	26	63	157	68	161	14	42
2004	14	166	123	213	114	283	251	223	32	165	60	12	109	14	44	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	51	0	0	0	23	26	17	307	314	19	82	
2005	20	153	58	33	82	93	118	126	84	98	43	0	0	0	0	0	0	70	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	32	52	0	34	0	35	101	114
2006	175	81	177	128	117	42	82	73	59	41	131	51	127	41	96	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	40	166	161	
2007	0	0	31	206	139	26	106	59	237	51	103	183	0	0	89	21	0	0	6	4	0	0	2	0	0	0	0	0	25	0	106	182	112	44	91	158	259	
2008	129	57	155	142	61	121	192	212	102	52	4	0	150	0	36	0	17	2	0	0	0	0	4	0	21	0	0	121	53	26	190	73	0	38	0	0		
2009	180	141	234	164	59	146	171	28	25	36	39	101	64	136	143	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	126	30	0	126	30		
2010	224	93	250	192	230	83	69	20	150	102	92	131	136	74	136	74	48	16	92	70	18	0	70	16	145	108	192	106	178	176	168	35	173	168	35	173		
2011	146	123	177	116	6	58	184	16	274	17	79	32	83	144	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47	87	38	164	87	38	164			
2012	59	104	94	136	92	67	99	108	0	43	0	12	30	0	0	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	68	0	50	101	111	50	101	111		
2013	317	69	188	21	201	205	108	59	105	151	142	0	10	0	91	113	265	0	40	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	124	66	204	51	66	204	51		
2014	183	50	172	60	70	61	0	14	8	8	33	92	0	21	0	0	39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	104	135	30	104	135		
Max	317	231	399	338	230	283	302	223	274	237	142	183	150	144	143	215	265	70	92	70	65	0	70	16	145	108	192	121	178	274	190	381	307	314	204	259		
Rerata	140,8	96,467	179,3	159,6	116,93	110,8	136,6	87,33	117,1	76,53	68,4	63,267	58,1	35,1	49,8	34	36,3	6,27	11,7	5,6	6	0	5,07	1,07	11,4	10,6	16,8	22,3	28	56,93	61,27	94,93	80,67	76,13	73,33	90,2		
Min	0	0	31	21	6	26	0	14	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		

(Sumber : DPU Pengairan Jatim)

Tabel 4.21. Perhitungan Presipitasi Kolam Tampungan Harian Mendalan

No.	Jenis Data/Perhitungan	Satuan	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agu	Sep	Okt	Nop	Des
1	Rata-rata 10 harian per bulan	mm/10 hari	138,9	129,1	113,7	69,4	47,7	25,5	7,8	2,0	12,9	35,8	79,0	79,9
2	Rata-rata 1 hari per bulan	mm/hari	13,9	12,9	11,4	6,9	4,8	2,6	0,8	0,2	1,3	3,6	7,9	8,0
3	Rata-rata 1 hari per bulan	m/hari	0,0139	0,0129	0,0114	0,0069	0,0048	0,0026	0,0008	0,0002	0,0013	0,0036	0,0079	0,0080
4	Luas DAS KTH Mendalan	m ²	179040	179040	179040	179040	179040	179040	179040	179040	179040	179040	179040	179040
5	Volume Presipitasi	x10 ³ m ³ /hari	2,486	2,312	2,035	1,243	0,853	0,457	0,139	0,037	0,232	0,640	1,414	1,430
6	Jumlah Hari	hari	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
7	Volume	x10 ³ m ³	77,07	64,72	63,10	37,28	26,46	13,71	4,30	1,13	6,95	19,85	42,41	44,34

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Tabel 4.22. Data Curah Hujan Kasembon

Tahun	Januari			Februari			Maret			April			Mei			Juni			Juli			Agustus			September			Oktober			Nopember			Desember		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
2000	220	231	399	338	163	201	302	159	228	237	42	174	8	32	96	61	109	0	0	0	65	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
2001	133	71	121	235	35	39	95	52	154	80	138	101	35	22	16	215	18	0	0	10	0	0	0	5	0	41	83	61	274	27	381	31	23	17	31	
2002	159	87	281	195	205	120	82	103	140	56	74	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	42	87	39	17	0		
2003	153	21	230	215	180	117	190	58	159	11	46	53	120	42	0	3	49	6	0	0	0	0	0	0	0	8	0	28	26	63	157	68	161	14	42	
2004	14	166	123	213	114	283	251	223	32	165	60	12	109	14	44	0	0	0	4	0	0	0	0	0	51	0	0	0	23	26	17	307	314	19	82	
2005	20	153	58	33	82	93	118	126	84	98	43	0	0	0	0	0	70	33	0	0	0	0	0	0	11	0	32	52	0	34	0	35	101	114		
2006	175	81	177	128	117	42	82	73	59	41	131	51	127	41	96	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	40	166	161		
2007	0	0	31	206	139	26	106	59	237	51	103	183	0	0	89	21	0	0	6	4	0	0	2	0	0	0	0	25	0	106	182	112	44	91	158	259
2008	129	57	155	142	61	121	192	212	102	52	4	0	150	0	36	0	17	2	0	0	0	0	4	0	21	0	0	121	53	26	190	73	0	38	0	0
2009	180	141	234	164	59	146	171	28	25	36	39	101	64	136	143	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	126	30	0	126	30	
2010	224	93	250	192	230	83	69	20	150	102	92	131	136	74	136	74	48	16	92	70	18	0	70	16	145	108	192	106	178	176	168	35	173	168	35	173
2011	146	123	177	116	6	58	184	16	274	17	79	32	83	144	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47	87	38	164	87	38	164	
2012	59	104	94	136	92	67	99	108	0	43	0	12	30	0	0	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	68	0	50	101	111	50	101	111	
2013	317	69	188	21	201	205	108	59	105	151	142	0	10	0	91	113	265	0	40	0	7	0	0	0	0	0	0	0	124	66	204	51	66	204	51	
2014	183	50	172	60	70	61	0	14	8	8	33	92	0	21	0	0	39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	104	135	30	104	135	
Max	317	231	399	338	230	283	302	223	274	237	142	183	150	144	143	215	265	70	92	70	65	0	70	16	145	108	192	121	178	274	190	381	307	314	204	259
Rerata	140,8	96,467	179,3	159,6	116,93	110,8	136,6	87,33	117,1	76,53	68,4	63,267	58,1	35,1	49,8	34	36,3	6,27	11,7	5,6	6	0	5,07	1,07	11,4	10,6	16,8	22,3	28	56,93	61,27	94,93	80,67	76,13	73,33	90,2
Min	0	0	31	21	6	26	0	14	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

(Sumber : DPU Pengairan Jatim)

Tabel 4.23. Perhitungan Presipitasi Kolam Tampungan Harian Siman

No.	Jenis Data/Perhitungan	Satuan	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agu	Sep	Okt	Nop	Des
1	Rata-rata 10 harian per bulan	mm/10 hari	138,9	129,1	113,7	69,4	47,7	25,5	7,8	2,0	12,9	35,8	79,0	79,9
2	Rata-rata 1 hari per bulan	mm/hari	13,9	12,9	11,4	6,9	4,8	2,6	0,8	0,2	1,3	3,6	7,9	8,0
3	Rata-rata 1 hari per bulan	m/hari	0,0139	0,0129	0,0114	0,0069	0,0048	0,0026	0,0008	0,0002	0,0013	0,0036	0,0079	0,0080
4	Luas DAS KTH Siman	m ²	36174,0	36174,0	36174,0	36174,0	36174,0	36174,0	36174,0	36174,0	36174,0	36174,0	36174,0	36174,0
5	Volume Presipitasi	x10 ³ m ³ /hari	0,502	0,467	0,411	0,251	0,172	0,092	0,028	0,007	0,047	0,129	0,286	0,289
6	Jumlah Hari	hari	31,0	28,0	31,0	30,0	31,0	30,0	31,0	31,0	30,0	31,0	30,0	31,0
7	Volume	x10 ³ m ³	15,57	13,08	12,75	7,53	5,35	2,77	0,87	0,23	1,40	4,01	8,57	8,96

(Sumber : Hasil Perhitungan)

4.1.5. Perhitungan Kapasitas Tampungan Waduk Selorejo

Kapasitas tampungan waduk merupakan kurva untuk mengetahui perbandingan antara elevasi, luas area genangan, dan volume tampungan waduk. Kurva tampungan waduk didapat dari hubungan antara grafik elevasi dan luas area dengan elevasi dan volume tampungan. Luas area dan volume dapat dihitung dari peta topografi yang sudah ada.

Kapasitas tampungan waduk atau volume dari waduk dapat dihitung melalui kondisi topografinya. Penentuan volume dapat diketahui dengan melihat grafik hubungan antara luas genangan, elevasi, dan volume airnya. Tinggi (elevasi) dasar yang diambil adalah dasar sungai di tempat rencana as bendungan. Besar kapasitas atau volume antara dua bidang garis dapat dinyatakan dengan rumusan :

$$I = \sum \left\{ (F_i + F_{i+1}) \frac{1}{2} (h_{i+1} - h_i) \right\}$$

Dalam perhitungan kapasitas tampungan waduk telah didapat data yang lengkap berupa grafik hubungan antara elevasi dengan volume tampungan dan luas genangan, sehingga hanya perhitungan volume aktif yang akan dilakukan.

Untuk data luas area genangan dan elevasi menggunakan data dari Perum Jasa Tirta 1, lebih jelasnya sebagai berikut :

Tabel 4.24. Luas Area Genangan

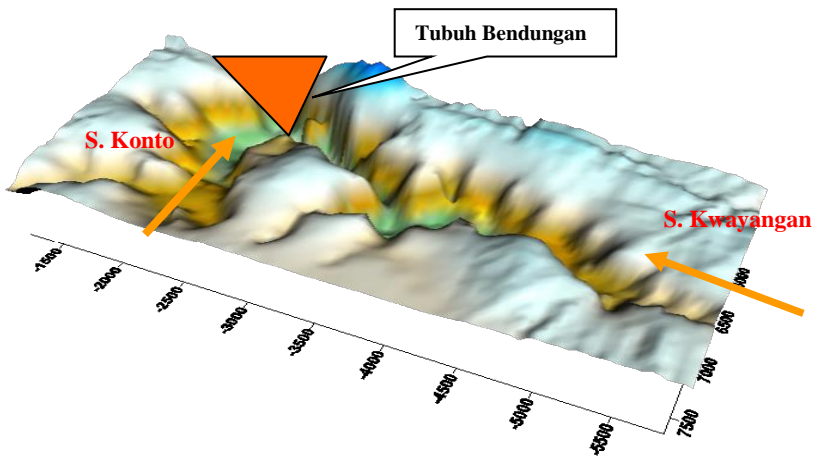
Elevasi (meter)	Luas Genangan (Km²)
585	0,00
610	1,80
615	2,10
620	3,80
625	4,00

(Sumber : Perum Jasa Tirta 1 Malang)

Kemudian perhitungan volume tampungan dilakukan dengan menggunakan data dari luas area dan program bantu *Microsoft Office Excel 2016*. Rumus untuk menghitung volume tampungan adalah dengan menggunakan rumus trapesium $v = \frac{A1+A2}{2} \times \text{jarak antara elevasi}$. Dengan menghitung luas area disetiap elevasi selanjutnya dihitung volumenya dengan rumus tersebut dan kemudian dikumulatikan sesuai dengan tingkat elevasi. Semakin besar elevasinya, maka semakin besar volume tampungannya. Seperti gambar berikut ini yang menunjukkan kontur 2 dimensi pada gambar 4.29. dan kontur 3 dimensi pada gambar 4.30. yang menunjukkan prespektif waduk selorejo dalam perhitungan volume tampungan.



Gambar 4.29. Kontur Dua Dimensi Waduk Selorejo 2014 (Sumber : Perum Jasa Tirta 1 Malang)



Gambar 4.30. Kontur Tiga Dimensi Waduk Selorejo 2014
(Sumber : Perum Jasa Tirta 1 Malang)

Dari luas genangan tiap-tiap elevasi yang berdasarkan data, dapat ditarik hubungan antara elevasi, luas genangan dan volume genangan sehingga diperoleh volume kumulatif genangan. Dapat dilihat pada tabel 4.25.

Tabel 4.25. Perhitungan Kapasitas Waduk Selorejo

H	Fi	Fi _{rata-rata}	Δh	Volume	Volume Komulatif
Elevasi	Luas Genangan	Fi _n + Fi _{n+1}		Fi x Δh	
(m)	(x 10 ⁶ m ²)	(x 10 ⁶ m ²)	(x 10 ⁶ m ²)	(x 10 ⁶ m ³)	(x 10 ⁶ m ³)
1	2	3	4	5	6
585	0,00	0,00		0,00	0,00
610	1,80	0,90	25	22,50	22,50
615	2,10	1,95	5	9,75	32,25
620	3,80	2,95	7	19,75	52,00
625	4,00	3,90	4	14,50	66,50

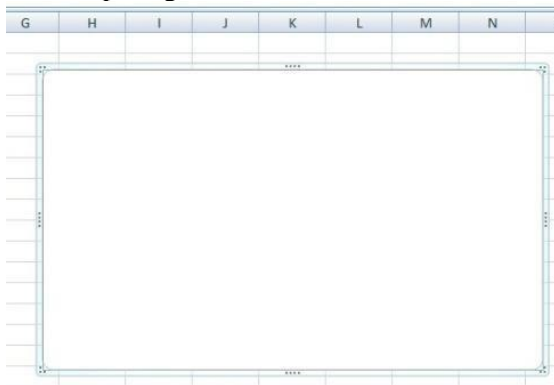
(Sumber : Hasil Perhitungan)

Dimana :

- (1) = data elevasi
- (2) = data luasan genangan waduk tiap elevasi
- (3) = rata-rata antara data ke (n) dan (n+1) pada kolom (2)
- (4) = beda tinggi pada tiap elevasi
- (5) = kolom (3) x (4)
- (6) = penjumlahan pada kolom (5)

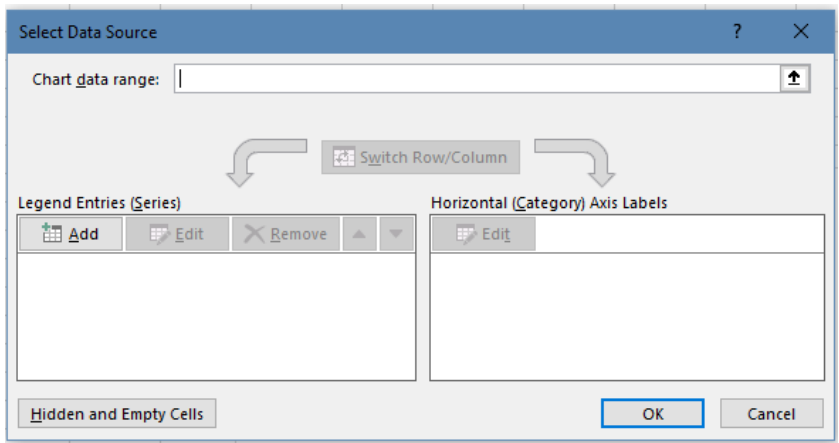
Dari perhitungan diatas, diperoleh data luas genangan tiap-tiap elevasi, volume genangan tiap-tiap elevasi dan volume kumulatif. Data-data tersebut kemudian diubah menjadi bentuk kurva melalui program bantu Microsoft Office Excel 2016. Berikut merupakan cara untuk mengolah data elevasi, luas area dan volume tampungan ke dalam bentuk grafik :

1. Pilih insert, kemudian pilih scatter chart. maka akan muncul jendela Excel seperti gambar 3.31. di bawah ini.



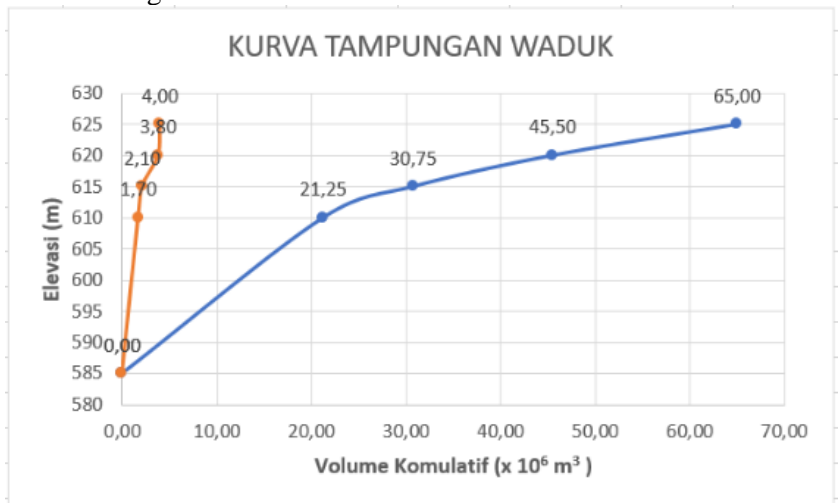
Gambar 3.31. Scatter Bar

2. Klik kanan dan pilih select data. Kemudian akan muncul Jendela Excel seperti gambar 4.32. di bawah ini.



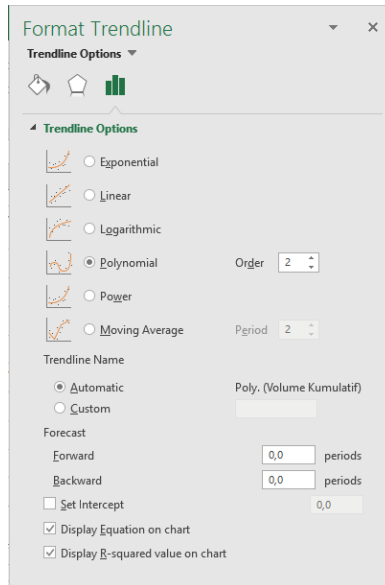
Gambar 4.32. Jendela Data

3. Drag data elevasi sebagai sumbu Y, kemudian drag volume genangan sebagai sumbu X. Pilih item add dan lakukan hal yang sama yaitu drag data luas genangan sebagai sumbu X dan elevasi sebagai sumbu Y.



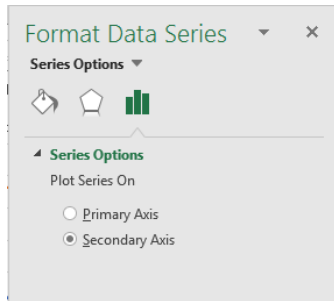
Gambar 4.33. Kurva Tampungan Waduk

4. Klik grafik yang menunjukkan hubungan elevasi dan luas genangan.
5. Klik kanan, pilih add trendline, maka akan muncul jendela seperti gambar 4.34.



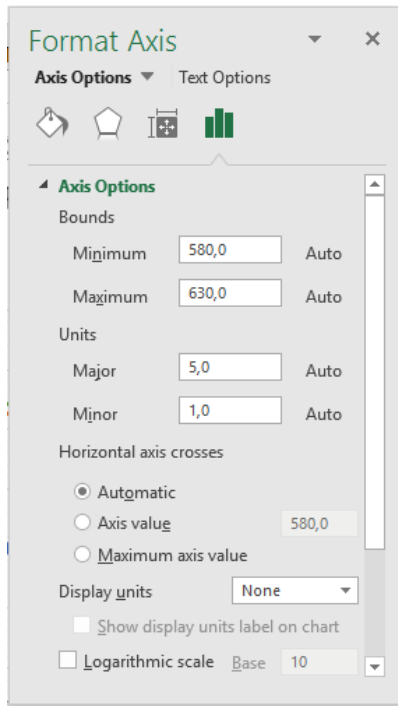
Gambar 4.34. Jendela Add Trendline

6. Pada jendela Excel tersebut pilih Polynomial dengan orde 2, kemudian centang untuk *Display equation on chart* dan *R-squared value on chart*. Begitu pula juga untuk hubungan elevasi dan volume kumulatif.
7. Klik kanan, pilih format data series, maka akan muncul jendela excel seperti gambar 4.35.

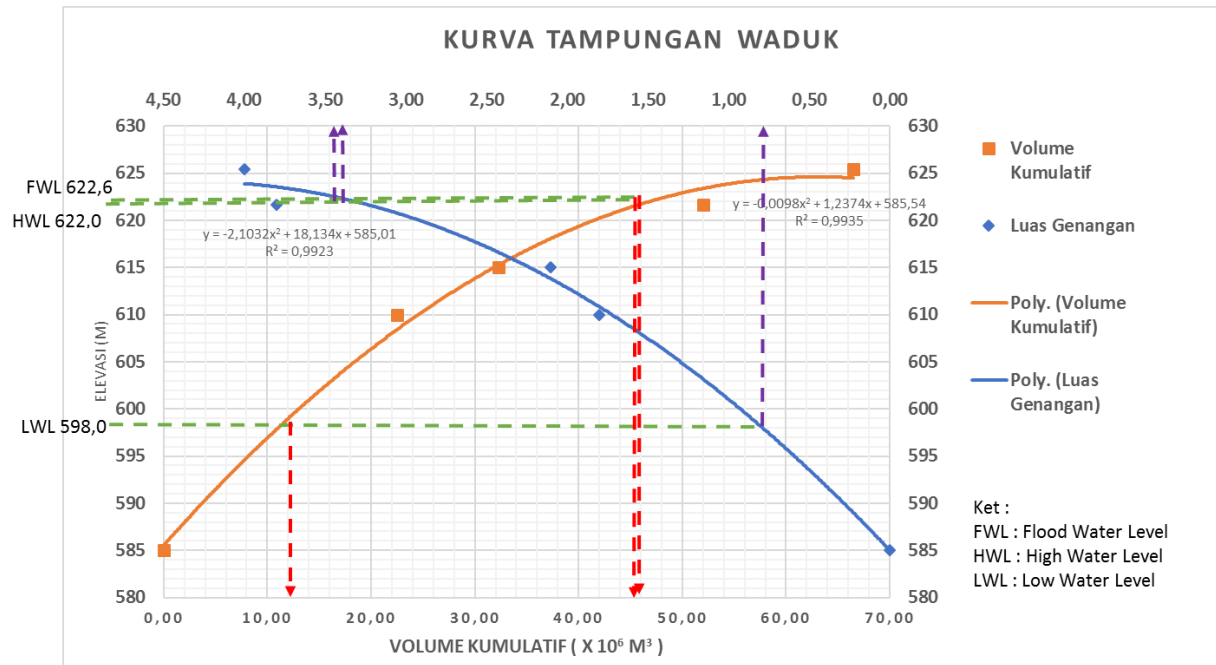


Gambar 4.35. Jendela Data Series

8. Pada jendela Excel tersebut pilih *secondary axis*, kemudian pilih *layout* dan pilih *axes > secondary > horizontal axis > show default axis*.
9. Klik kanan pada axis area, lalu pilih format axis. Kemudian akan muncul jendela seperti gambar 4.36.
10. Dari jendela format axis centang icon yang menunjukkan values in reverse order.
11. Kurva tampungan waduk akan tampak seperti gambar 4.37.



Gambar 4.36. Jendela Format Axis



Gambar 4.37. Kurva Tampungan Waduk Selorejo
(Sumber : Hasil Perhitungan)

Pada gambar 4.37. terlihat kurva tampungan pada elevasi +585 Mdpl sampai elevasi +625 Mdpl. Garis berwarna jingga merupakan hubungan antara elevasi dan volume, merupakan volume komulatif dari waduk. Sedangkan garis biru merupakan hubungan antara elevasi dan luas area, yang menunjukkan luas genangan pada waduk. Pada setiap elevasi, terdapat nilai volume genangan dan luas area yang berbeda-beda. Seperti pada elevasi +610 Mdpl memiliki volume 0 m^3 dan memiliki luas area sebesar 0 m^2 , sementara pada elevasi +225 Mdpl memiliki volume $3,75 \times 10^6 \text{ m}^3$ dan memiliki luas area sebesar $0,36 \times 10^6 \text{ m}^2$. Selebihnya untuk harga FWL HWL dan LWL dari grafik diatas diperoleh :

- Muka air banjir (FWL) : 45,43 juta m^3
- Muka air normal (HWL) : 45,2 juta m^3
- Vol. Mati (LWL) : 12,2 juta m^3

Jadi nilai volume efektif = $\text{FWL} - \text{LWL} = 45,43 - 12,2 = 33,23$ juta m^3 .

4.2. Perhitungan Debit PLTA

Sesuai dengan tujuan dibangunnya Bendungan Selorejo yaitu, untuk memenuhi kebutuhan air irigasi dan PLTA, sehingga diperoleh volume *outflow*. Jumlah total volume *outflow* dapat dilihat pada perhitungan debit PLTA.

Berikut merupakan perhitungan debit *outflow* di Bendungan Selorejo. Perhitungan Debit PLTA dilakukan guna menentukan besar debit yang akan dikeluarkan Waduk Selorejo untuk memutar turbin agar dapat membangkitkan listrik pada generator PLTA Mendalan dan Siman.

4.2.1. Perhitungan Debit PLTA Mendalan

Pada PLTA Mendalan diketahui data dari perusahaan Pembangkit Jawa Bali daya terpasang $1 \times 5,6 \text{ MW}$ dan $3 \times 5,8 \text{ MW}$. Dalam menentukan besar debit turbin PLTA Mendalan saat ini (eksis) dilakukan perhitungan dengan rumus Daya Listrik (P), yaitu sebagai berikut :

Data : Elevasi Waduk Mendalan = 586 m

$$\text{Elevasi Turbin PLTA} = 420 \text{ m}$$

$$\Delta H = 166 \text{ m}$$

$$P1 = 1 \times 5,6 \text{ MW} = 5,6 \text{ MW} = 5600 \text{ KW}$$

$$P2 = 3 \times 5,8 \text{ MW} = 17,4 \text{ MW} = 17400 \text{ KW}$$

$$\text{Ditanya} : Q_{1\text{PLTA}} = \dots ?$$

$$Q_{2\text{PLTA}} = \dots ?$$

$$\text{Jawab} : E = P \times t$$

Turbin 1 PLTA Mendalan

$$P1 = 9,8 \times Q_{\text{PLTA}} \times H$$

$$5600 \text{ KW} = 9,8 \times Q_{\text{PLTA}} \times 166 \text{ m}$$

$$Q_{\text{PLTA}} = \frac{5600}{9,8 \times 166} = 3,44 \text{ m}^3/\text{det}$$

Turbin 2,3 dan 4 PLTA Mendalan

$$P2 = 9,8 \times Q_{\text{PLTA}} \times H$$

$$5800 \text{ KW} = 9,8 \times Q_{\text{PLTA}} \times 166 \text{ m}$$

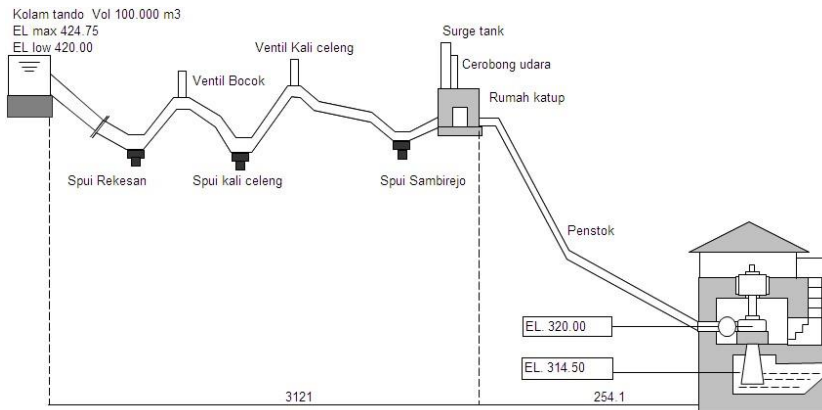
$$Q_{\text{PLTA}} = \frac{5800}{9,8 \times 166} = 3,57 \text{ m}^3/\text{det}$$

Hasil perhitungan Debit PLTA Mendalan saat eksis diatas menghasilkan debit sebesar 3,44 m³/det.

4.2.2. Perhitungan Debit PLTA Siman

PLTA siman adalah pembangkit listrik berkapasitas 3 x3.6 MW. Proses produksi listrik PLTA Siman tergantung pada volume air di kolam tampungan harian (KTH). Air pada KTH didapat dari outflow PLTA Mendalan dan air suplesi / tambahan dari sungai konto. Dimana sungai Kontoyang hulunya berada di waduk Selorejo, namun akhir ini dalam operasi waduk Selorejo tidak dibuka pintu Waduk untuk sungai pada Kali Konto, karena volume tampungan waduk (*storage*) hanya sepenuhnya digunakan PLTA Selorejo.

Dari KTH Mendalan kemudian air melewati pipa tekan menuju rumah katub yang jaraknya ± 3121 m. Selama melalui pipa tekan, air melewati 3 spui yaitu di rekesan, kali celeng dan sambirejo dan 2 ventil yaitu di bocok dan kaliceleng. Pada rumah katub terdiri dari surge tank yang berfungsi untuk menyerap pukulan air (water hammer) apabila debit air pada turbin tiba – tiba berubah dan juga sebagai peredam pukulan air bilamana terjadi pelepasan beban secara mendadak dimana menimbulkan tekanan balik dan Katub induk yang berfungsi untuk membuka dan menutup aliran air serta mengamankan dan mengosongkan penstock baik saat operasi maupun pada waktu pemeliharaan.



Gambar 4.38. Skema Alur KTH Siman Menuju PLTA Siman (PJT 1)

PLTA Siman sendiri memiliki type PLTA yang menggunakan Turbin type Fancis vertikal, dengan tinggi jatuh 104,75 meter yang bekerja pada putaran nominal 600 rpm. PLTA ini mengaliri listrik di sekitar Kepung hingga Jombang.

Pada PLTA Siman diketahui data dari perusahaan Pembangkit Jawa Bali daya terpasang $3 \times 3,6$ MW dengan operasi daya 24 jam. Dalam menentukan besar debit andalan PLTA Mendalan saat ini (eksis) dilakukan perhitungan dengan rumus Daya Listrik (P), yaitu sebagai berikut :

- Data : Elevasi HWL KTH Waduk Mendalan = 424,75 m
 Elevasi Turbin PLTA = 320 m
 $\Delta H = 424,75 - 320 = 104,75 \text{ m}$
 $P = 3 \times 3,6 \text{ MW} = 10,8 \text{ MW} = 10800 \text{ KW}$
 Efisiensi Turbin = 0,8
- Ditanya : $Q_{\text{PLTA}} = \dots ?$
- Jawab :

Turbin 1,2 dan 3 PLTA Siman

$$\begin{aligned}
 P &= 9,81 \times Q_{\text{PLTA}} \times H \times \eta_g \times \rho_{\text{air}} \\
 3600 \text{ KW} &= 9,81 \times Q_{\text{PLTA}} \times 104,75 \text{ m} \times 0,8 \times 10^3 \text{ kg/m}^3 \\
 Q_{\text{PLTA}} &= \frac{3600}{9,81 \times 104,75 \times 0,8 \times 1000} = 4,379 \text{ m}^3/\text{det}
 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan Debit PLTA Siman saat eksis diatas menghasilkan debit sebesar 4,379 m³/det debit tersebut dikeluarkan.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB V

ANALISA KEBUTUHAN AIR DAERAH IRIGASI SIMAN

5.1. Perhitungan Hidrologi Daerah Irigasi Siman

5.1.1. Curah Hujan Rata-rata

UPTD Selodono pada DI. Siman memiliki 1 stasiun pengamat hujan, antara lain:

1. Stasiun Hujan Siman

Dari satu stasiun diambil curah hujan rata-rata selama 10 hari, kemudian data disajikan pada tabel 5.26.

5.1.2. Curah Hujan Efektif

Curah hujan efektif adalah air hujan yang jatuh di suatu daerah dan dapat digunakan untuk pertumbuhan tanaman.

Perumusan untuk menentukan nilai R80 dengan menggunakan metode *Basic Year* :

- Menentukan rangking dari urutan nilai data yang paling kecil ke data yang nilainya paling besar.
- Menentukan rangking dari perhitungan R80, yang dapat dicari dengan menggunakan rumus :

$$\begin{aligned} R80 &= n/5 + 1 \\ &= 25/5 + 1 \\ R80 &= 6 \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas, maka R80 adalah curah hujan pada rangking ke-6 dari curah hujan terkecil (yang terlihat pada tabel 5.27. Curah hujan R80).

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

Tabel 5.26. Data rata-rata Curah Hujan 10 harian

Tahun	Januari			Februari			Maret			April			Mei			Juni			Juli			Agustus			September			Oktober			Nopember			Desember		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
1990	158	129	212	196	54	61	207	93	38	14	80	81	0	109	121	6	0	98	11	0	17	10	0	0	8	0	0	0	0	11	16	30	27	146	204	293
1991	312	248	135	111	127	123	97	189	19	174	54	143	28	8	0	0	1	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	15	53	10	85	137	215	75	356
1992	260	130	121	123	163	79	151	394	74	144	20	41	48	32	51	36	0	0	88	0	0	7	0	116	13	39	20	49	39	2	48	114	149	82	162	107
1993	194	73	303	290	117	75	164	25	130	126	186	55	13	0	109	6	80	7	0	0	0	0	19	0	0	0	4	0	0	17	10	46	252	168	72	154
1994	115	226	203	154	126	162	313	121	81	43	48	35	26	15	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47	0	18	81	54	59	44	0
1995	242	141	127	256	377	95	66	228	109	319	19	24	8	2	42	16	6	26	18	1	0	0	0	0	0	0	0	0	58	94	151	123	89	172	13	
1996	128	103	66	65	205	247	8	159	49	23	187	5	0	0	0	45	36	0	70	0	25	5	15	0	0	0	0	0	68	24	65	50	107	97	0	
1997	107	79	72	142	83	122	3	0	17	124	101	6	0	12	20	17	20	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	13	0	9	55	54	77	69	
1998	66	29	133	168	74	37	58	86	44	67	151	92	71	14	31	41	46	41	75	16	110	7	0	16	0	10	26	0	33	28	99	17	20	13	162	228
1999	60	114	154	171	57	116	109	123	53	54	159	26	11	9	0	0	0	38	20	0	0	12	0	17	0	15	7	58	62	79	109	118	118	71	91	232
2000	92	103	165	143	41	189	103	41	99	70	53	63	12	8	22	8	38	9	0	0	0	0	0	0	0	21	0	56	26	17	114	107	70	5	45	0
2001	114	64	131	202	32	32	32	73	50	170	71	6	43	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2002	105	72	196	191	220	116	129	103	116	54	14	91	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	46	16	0
2003	57	12	153	180	179	107	186	204	61	38	0	61	62	55	0	9	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	7	38	28	135	166	11	115
2004	33	46	180	184	171	292	236	223	40	36	7	18	0	0	0	0	0	13	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	59	0	52	3	317	154	92	148
2005	38	77	64	25	139	73	247	83	54	78	34	16	2	0	0	0	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47	0	27	0	0	32	53	121	72	182
2006	145	112	215	132	112	52	47	71	126	0	75	5	52	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	3	2	70	50	146	
2007	2	0	64	150	81	52	100	121	200	0	0	43	0	0	0	96	0	51	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	7	74	202	44	39	147	184	378
2008	30	76	81	168	42	110	38	0	0	50	33	6	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	66	13	67	41	43	44	23	70	17
2009	172	119	212	132	36	55	116	23	5	19	40	24	50	74	173	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	61	19	173	10	66	
2010	171	111	194	152	60	155	123	48	71	83	108	59	64	168	63	0	31	32	7	57	6	0	31	26	109	72	129	13	98	99	262	0	108	159	141	37
2011	102	72	129	22	11	69	94	2	181	49	37	55	89	53	0	0	0	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	63	45	40	45	139	42	
2012	146	60	57	92	104	18	106	97	5	60	2	4	60	25	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	0	0	74	58	89	26	111
2013	209	140	116	6	123	114	68	7	20	30	56	16	9	13	91	69	113	15	75	36	15	0	0	0	0	0	0	0	0	71	211	31	176	167	119	
2014	24	99	151	207	100	47	22	40	0	8	33	32	6	26	65	3	60	7	0	3	0	2	0	0	0	0	0	0	7	12	21	34	105	94	79	184
Max	312	248	303	290	377	292	313	394	200	319	187	143	89	168	173	96	113	98	88	70	110	25	31	116	109	72	129	66	98	99	262	211	317	215	204	378
Rerata	205	162	242	244	189	173	188	170	109	122	105	67,1	43,9	43,7	54,5	20,7	32,1	25,5	20,5	13,1	11,1	4,2	3,67	12,7	8,67	10,5	16,8	17,9	31,3	40,3	87	93,4	134	165	154	200
Min	2	0	57	6	11	18	3	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

(Sumber : DPU Pengairan Jatim)

Tabel 5.27. Curah Hujan R₈₀

Prob.	No	Januari			Februari			Maret			April			Mei			Juni			Juli			Agustus			September			Oktober			Nopember			Desember		
%		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
100	1	2	0	57	6	11	18	3	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
96	2	24	12	64	22	32	32	8	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	10	0		
92	3	30	29	64	25	36	37	22	2	5	8	2	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	13	11	0		
88	4	33	46	66	65	41	47	32	7	5	14	7	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	19	23	16	0		
84	5	38	60	72	92	42	52	38	23	17	19	14	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	20	45	26	0	
80	6	57	64	81	111	54	52	47	25	19	23	19	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	27	46	44	13		
76	7	60	72	116	123	57	55	58	40	20	30	20	16	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	17	31	54	45	17	
72	8	66	72	121	132	60	61	66	41	38	36	33	16	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	28	39	59	50	37	
68	9	92	73	127	132	74	69	68	48	40	38	33	18	6	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	30	40	70	70	42	
64	10	102	76	129	142	81	73	94	71	44	43	34	24	8	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	32	44	71	72	66	
60	11	105	77	131	143	83	75	97	73	49	49	37	24	9	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	18	34	50	82	72	69	
56	12	107	79	133	150	100	79	100	83	50	50	40	26	11	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	7	21	43	53	89	75	107
52	13	114	99	135	152	104	95	103	86	53	54	48	32	12	12	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	11	24	44	54	89	77	111
48	14	115	103	151	154	112	107	106	93	54	54	53	35	13	13	20	3	4	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	12	38	45	55	94	79	115
44	15	128	103	153	168	117	110	109	97	61	60	54	41	26	14	22	3	6	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	13	41	46	58	107	91	119
40	16	145	111	154	168	123	114	116	103	71	67	56	43	28	15	30	6	13	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	17	48	61	70	121	92	146
36	17	146	112	165	171	126	116	123	121	74	70	71	55	43	25	31	6	20	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	17	52	65	105	146	97	148
32	18	158	114	180	180	127	116	129	121	81	78	75	55	48	26	42	8	24	22	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	28	63	74	108	147	139	154
28	19	171	119	194	184	139	122	151	123	99	83	80	59	50	30	51	9	31	26	11	1	0	0	0	0	0	0	4	0	27	53	71	81	118	154	141	182
24	20	172	129	196	191	163	123	164	159	109	124	101	61	52	32	63	16	38	32	13	3	5	2	0	0	0	0	7	13	33	58	94	85	123	159	162	184
20	21	194	130	203	196	171	155	186	189	116	126	108	63	60	53	65	17	45	36	18	14	6	7	0	15	0	10	19	26	39	67	99	107	135	166	162	228
16	22	209	140	212	202	179	162	207	204	126	144	151	81	62	55	91	36	46	38	20	16	14	7	0	16	0	15	20	49	47	68	109	114	137	168	167	232
12	23	242	141	212	207	205	189	236	223	130	170	159	91	64	74	109	41	60	41	75	36	15	10	5	17	8	21	26	56	59	74	114	118	149	173	172	293
8	24	260	226	215	256	220	247	247	228	181	174	186	92	71	109	121	69	80	51	75	57	17	12	19	26	13	39	47	58	62	79	202	151	252	176	184	356
4	25	312	248	303	290	377	292	313	394	200	319	187	143	89	168	173	96	113	98	88	70	110	25	31	116	109	72	129	66	98	99	262	211	317	215	204	378
	R80	57	64	81	111	54	52	47	25	19	23	19	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	27	46	44	13		
	R50	115	101	143	153	108	101	105	89,5	53,5	54	50,5	33,5	12,5	12,5	10	2	3	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	11,5	31	44,5	54,5	91,5	78	113
	R30	165	117	187	182	133	119	140	122	90	80,5	77,5	57	49	28	46,5	8,5	27,5	24	9	0,5	0	0	0	0	0	0	2	0	26,5	40,5	67	77,5	113	151	140	168

(Sumber : Hasil Perhitungan)

5.1.3. Curah Hujan Efektif untuk Tanaman Padi, Tebu, dan Palawija

Analisa perhitungan curah hujan efektif untuk sawah digunakan 70% dari curah hujan andalan 80% dengan persamaan sebagai berikut :

$$Re = Eff \times R80$$

Dimana:

Re = Curah hujan efektif untuk sawah (mm/hari)

R80 = Curah hujan 10 harian dengan probabilitas terjadi 80% selama

setahun

Eff = Efektive fraction yang nilainya :

- 70% untuk padi (dengan memakai R80)
- 60% untuk palawija (dengan memakai R80)
- 50% untuk tebu (dengan memakai R80)

Selanjutnya perhitungan curah hujan efektif dapat terlihat pada Tabel 5.28. Perhitungan Re Padi, Re Tebu dan Re Palawija.

Tabel 5.28. Perhitungn Curah Hujan Efektif (Re)

Bulan	Dekade	R80	Re Padi	Re Tebu	Re Palawija
		mm	(mm/hari)	(mm/hari)	(mm/hari)
Januari	1	57,00	3,99	2,85	3,42
	2	64,00	4,48	3,20	3,84
	3	81,00	5,67	4,05	4,86
Februari	1	111,00	7,77	5,55	6,66
	2	54,00	3,78	2,70	3,24
	3	52,00	3,64	2,60	3,12
Maret	1	47,00	3,29	2,35	2,82
	2	25,00	1,75	1,25	1,50
	3	19,00	1,33	0,95	1,14
April	1	23,00	1,61	1,15	1,38
	2	19,00	1,33	0,95	1,14
	3	6,00	0,42	0,30	0,36
Mei	1	0,00	0,00	0,00	0,00
	2	0,00	0,00	0,00	0,00
	3	0,00	0,00	0,00	0,00
Juni	1	0,00	0,00	0,00	0,00
	2	0,00	0,00	0,00	0,00
	3	0,00	0,00	0,00	0,00
Juli	1	0,00	0,00	0,00	0,00
	2	0,00	0,00	0,00	0,00
	3	0,00	0,00	0,00	0,00
Agustus	1	0,00	0,00	0,00	0,00
	2	0,00	0,00	0,00	0,00
	3	0,00	0,00	0,00	0,00
September	1	0,00	0,00	0,00	0,00
	2	0,00	0,00	0,00	0,00
	3	0,00	0,00	0,00	0,00
Oktober	1	0,00	0,00	0,00	0,00
	2	0,00	0,00	0,00	0,00
	3	0,00	0,00	0,00	0,00

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Tabel 5.28. Perhitungn Curah Hujan Efektif (Re) (Lanjutan)

Bulan	Dekade	R80	Re Padi	Re Tebu	Re Palawija
		mm	(mm/hari)	(mm/hari)	(mm/hari)
November	1	0,00	0,00	0,00	0,00
	2	9,00	0,63	0,45	0,54
	3	27,00	1,89	1,35	1,62
Desember	1	46,00	3,22	2,30	2,76
	2	44,00	3,08	2,20	2,64
	3	13,00	0,91	0,65	0,78

(Sumber : Hasil Perhitungan)

5.1.4. Perhitungan Debit Andalan

Ketersediaan air irigasi di DI. Siman tergantung pada debit yang mengalir dari waduk selorejo melalui *intake* Siman. Debit andalan yang dipergunakan dalam perhitungan keseimbangan air di DI. Siman diambil dari data pencatatan debit intake periode 10 harian, dengan periode pencatatan selama 10 tahun terakhir (2006 – 2015). Data debit intake tersebut dapat dilihat pada tabel 5.28. data debit realisasi intake DI. Siman.

Debit Intake Waduk Siman merupakan Debit yang berasal dari PLTA Siman namun dilain sisi DI. Siman juga ada penambahan suplesi debit dari Kali Konto Atas yang mengairi DI. Siman bagian intake D. Damarwulan sebesar 8453 Ha dan Kali Lemurung. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat layout gambar alur dari PLTA Siman ke waduk Siman.

Kebutuhan air irigasi akan dicari debit andalan dari Kali Konto Atas dengan tingkat keandalan tiap musim dan debit PLTA Siman. Kebutuhan debit ini disebut sebagai kebutuhan debit andalan. Debit andalan adalah debit yang diperkirakan selalu ada dengan keandalan tertentu dalam waktu yang lama. Penentuan debit andalan perlu dipertimbangkan sesuai dengan debit yang terbagi sebagai berikut:

1. Jika debit yang tersedia 80%, maka pembagian air dilaksanakan secara kontinyu

2. Jika debit yang tersedia 60%, maka dilakukan pembagian air secara giliran didalam petak tersier.

Debit andalan juga diartikan sebagai debit minimum dengan kemungkinan terpenuhi, sesuai dengan yang telah ditentukan dan dapat digunakan sebagai sumber air untuk irigasi. Debit minimum dianalisis berdasarkan data debit 10 harian yang diperoleh dalam jangka waktu minimum 10 tahun.

Berikut adalah data debit Kali Konto Atas untuk Intake D. Damarwulan (lihat Tabel 5.29.) dan perhitungan debit andalan 80% (lihat Tabel 5.30.). Langkah awal untuk menentukan debit andalan yaitu :

- a. Merangking data debit andalan *sungai* tahunan dari yang terbesar sampai yang terkecil dari tahun 2006 sampai dengan tahun 2015.
- b. Menghitung probabilitas data debit andalan *sungai* sesuai urutan dari perhitungan diatas, dengan menentukan nilai Q80 dengan menggunakan metode *basic Year* :
 - Menentukan rangking dari perhitungan Q80, yang dapat dicari dengan menggunakan rumus :

$$Q80 = n/5 + 1$$
 Dimana n adalah jumlah tahun

$$= 10/5 + 1$$

$$Q80 = 3$$

Didapatkan debit andalan 10 harian yang dapat dilihat pada Tabel 5.30. debit andalan tersebut akan di gunakan perhitungan neraca air dalam persamaan fungsi kendala optimasi waduk Selorejo.

Tabel 5.29. Data Debit Sungai Kali Konto Atas sebagai Suplesi DI. Siman

Bulan	Tahun	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
		m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Januari	1	0,900	0,450	1,382	0,450	0,450	2,495	3,457	2,216	0,691	0,435
	2	0,255	0,315	1,337	0,620	0,673	1,337	3,192	7,346	0,691	0,450
	3	0,759	0,368	1,823	2,106	2,106	3,898	3,176	19,965	0,691	0,430
Februari	1	0,480	0,300	1,429	2,495	2,891	2,891	3,192	2,216	50,906	8,332
	2	0,480	0,600	2,272	3,297	1,958	1,958	3,016	7,346	34,742	6,615
	3	0,913	0,952	2,228	59,420	2,079	2,228	3,016	23,860	47,846	12,697
Maret	1	0,265	0,485	3,030	3,653	1,691	2,896	3,192	11,200	47,016	11,227
	2	0,265	0,450	5,881	3,787	1,426	2,216	2,925	6,056	40,723	12,753
	3	0,450	0,734	2,586	3,832	2,106	3,276	2,103	4,339	4,785	12,146
April	1	1,117	13,811	1,471	1,743	1,427	2,359	3,676	6,056	2,463	8,019
	2	1,605	13,856	1,837	0,450	2,451	3,954	3,676	3,943	2,463	3,119
	3	0,900	14,256	1,240	0,444	1,782	3,483	2,071	0,000	2,463	3,119

(Sumber : UPTD Selodono Kota Kediri)

Tabel 5.29. Data Debit Sungai Kali Konto Atas sebagai Suplesi DI. Siman (Lanjutan)

Bulan	Tahun	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
		m³/s	m³/s	m³/s	m³/s	m³/s	m³/s	m³/s	m³/s	m³/s	m³/s
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Mei	1	0,900	3,347	1,499	0,564	1,499	3,659	1,116	2,832	2,463	3,362
	2	0,900	0,450	1,793	0,760	1,961	5,037	0,925	1,544	2,463	2,673
	3	0,900	0,450	0,655	2,358	2,094	4,072	0,977	1,431	2,463	2,673
Juni	1	0,780	2,191	0,390	1,401	1,337	2,169	3,192	2,187	0,376	1,337
	2	0,840	3,564	1,002	0,450	2,896	2,638	3,192	1,682	0,376	1,337
	3	0,910	0,450	0,450	0,450	2,822	1,505	3,016	2,100	0,376	1,337
Juli	1	0,450	0,550	0,482	0,436	1,337	2,322	1,684	2,243	0,376	1,337
	2	0,450	2,191	0,350	0,450	1,337	1,755	2,731	2,060	0,376	1,337
	3	0,450	0,450	0,350	0,450	0,982	1,580	0,977	1,322	0,376	1,693
Agustus	1	0,450	0,450	0,350	0,450	0,450	2,109	3,101	2,060	0,376	1,649
	2	0,250	0,705	0,455	0,450	0,450	5,290	1,990	1,182	0,376	1,916
	3	0,382	0,984	0,350	0,450	0,450	8,489	0,977	0,000	0,376	1,782

(Sumber : UPTD Selodono Kota Kediri)

Tabel 5.29. Data Debit Sungai Kali Konto Atas sebagai Suplesi DI. Siman (Lanjutan)

Bulan	Tahun	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
		m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
September	1	0,900	0,450	0,350	0,450	1,500	1,395	0,977	0,977	0,431	1,782
	2	0,330	0,450	0,350	0,450	2,050	2,050	0,908	0,908	0,865	1,871
	3	0,450	0,450	0,350	0,450	2,971	2,971	0,799	0,799	0,376	1,782
Oktober	1	0,450	0,450	0,602	0,711	2,957	1,890	0,977	0,977	0,376	1,782
	2	0,450	0,694	2,406	1,785	2,228	2,449	1,002	1,002	0,376	1,782
	3	0,900	0,584	4,188	2,081	2,629	2,637	0,977	0,977	0,376	1,960
November	1	0,900	0,540	4,334	0,611	2,714	2,851	0,977	0,977	0,376	1,782
	2	2,258	1,020	3,119	0,868	2,050	2,521	1,181	1,181	0,376	3,929
	3	3,173	0,585	0,439	0,483	2,129	2,610	3,016	3,016	0,376	2,030
Desember	1	2,495	0,585	0,450	0,450	2,633	3,039	1,855	1,855	0,376	3,078
	2	2,540	1,020	0,450	0,450	2,985	4,559	2,562	2,562	0,376	4,188
	3	2,282	1,383	0,450	0,495	1,426	3,509	1,732	1,732	0,376	6,228

(Sumber : UPTD Selodono Kota Kediri)

Tabel 5.30. Debit Andalan Sungai Kali Konto Atas sebagai Suplesi DI. Siman

Prob.	Bulan		Januari			Februari			Maret		
%	Urutan	Satuan	1	2	3	1	2	3	1	2	3
100	1	m ³ /s	0,435	0,255	0,368	0,300	0,480	0,913	0,265	0,265	0,450
90	2	m ³ /s	0,450	0,315	0,430	0,480	0,600	0,952	0,485	0,450	0,734
80	3	m ³ /s	0,450	0,450	0,691	1,429	1,958	2,079	1,691	1,426	2,103
70	4	m ³ /s	0,450	0,620	0,759	2,216	1,958	2,228	2,896	2,216	2,106
60	5	m ³ /s	0,691	0,673	1,823	2,495	2,272	2,228	3,030	2,925	2,586
50	6	m ³ /s	0,900	0,691	2,106	2,891	3,016	3,016	3,192	3,787	3,276
40	7	m ³ /s	1,382	1,337	2,106	2,891	3,297	12,697	3,653	5,881	3,832
30	8	m ³ /s	2,216	1,337	3,176	3,192	6,615	23,860	11,200	6,056	4,339
20	9	m ³ /s	2,495	3,192	3,898	8,332	7,346	47,846	11,227	12,753	4,785
10	10	m ³ /s	3,457	7,346	19,965	50,906	34,742	59,420	47,016	40,723	12,146
Debit 80%		m ³ /s	0,450	0,450	0,691	1,429	1,958	2,079	1,691	1,426	2,103

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Tabel 5.30. Debit Andalan Sungai Kali Konto Atas sebagai Suplesi DI. Siman (Lanjutan)

Prob.	Bulan		April			Mei			Juni		
%	Urutan	Satuan	1	2	3	1	2	3	1	2	3
100	1	m ³ /s	1,117	0,450	0,000	0,564	0,450	0,450	0,376	0,376	0,376
90	2	m ³ /s	1,427	1,605	0,444	0,900	0,760	0,655	0,390	0,450	0,450
80	3	m ³ /s	1,471	1,837	0,900	1,116	0,900	0,900	0,780	0,840	0,450
70	4	m ³ /s	1,743	2,451	1,240	1,499	0,925	0,977	1,337	1,002	0,450
60	5	m ³ /s	2,359	2,463	1,782	1,499	1,544	1,431	1,337	1,337	0,910
50	6	m ³ /s	2,463	3,119	2,071	2,463	1,793	2,094	1,401	1,682	1,337
40	7	m ³ /s	3,676	3,676	2,463	2,832	1,961	2,358	2,169	2,638	1,505
30	8	m ³ /s	6,056	3,943	3,119	3,347	2,463	2,463	2,187	2,896	2,100
20	9	m ³ /s	8,019	3,954	3,483	3,362	2,673	2,673	2,191	3,192	2,822
10	10	m ³ /s	13,811	13,856	14,256	3,659	5,037	4,072	3,192	3,564	3,016
Debit 80%		m ³ /s	1,471	1,837	0,900	1,116	0,900	0,900	0,780	0,840	0,450

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Tabel 5.30. Debit Andalan Sungai Kali Konto Atas sebagai Suplesi DI. Siman (Lanjutan)

Prob.	Bulan		Juli			Agustus			September		
%	Urutan	Satuan	1	2	3	1	2	3	1	2	3
100	1	m ³ /s	0,376	0,350	0,350	0,350	0,250	0,000	0,350	0,330	0,350
90	2	m ³ /s	0,436	0,376	0,376	0,376	0,376	0,350	0,431	0,350	0,376
80	3	m ³ /s	0,450	0,450	0,450	0,450	0,450	0,376	0,450	0,450	0,450
70	4	m ³ /s	0,482	0,450	0,450	0,450	0,450	0,382	0,450	0,450	0,450
60	5	m ³ /s	0,550	1,337	0,450	0,450	0,455	0,450	0,900	0,865	0,450
50	6	m ³ /s	1,337	1,337	0,977	0,450	0,705	0,450	0,977	0,908	0,799
40	7	m ³ /s	1,337	1,755	0,982	1,649	1,182	0,977	0,977	0,908	0,799
30	8	m ³ /s	1,684	2,060	1,322	2,060	1,916	0,984	1,395	1,871	1,782
20	9	m ³ /s	2,243	2,191	1,580	2,109	1,990	1,782	1,500	2,050	2,971
10	10	m ³ /s	2,322	2,731	1,693	3,101	5,290	8,489	1,782	2,050	2,971
Debit 80%		m ³ /s	0,450	0,450	0,450	0,450	0,450	0,376	0,450	0,450	0,450

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Tabel 5.30. Debit Andalan Sungai Kali Konto Atas sebagai Suplesi DI. Siman-4

Prob.	Bulan		Oktober			November			Desember		
%	Urutan	Satuan	1	2	3	1	2	3	1	2	3
100	1	m ³ /s	0,376	0,376	0,376	0,376	0,376	0,376	0,376	0,376	0,376
90	2	m ³ /s	0,450	0,450	0,584	0,540	0,868	0,439	0,450	0,450	0,450
80	3	m ³ /s	0,450	0,694	0,900	0,611	1,020	0,483	0,450	0,450	0,495
70	4	m ³ /s	0,602	1,002	0,977	0,900	1,181	0,585	0,585	1,020	1,383
60	5	m ³ /s	0,711	1,002	0,977	0,977	1,181	2,030	1,855	2,540	1,426
50	6	m ³ /s	0,977	1,782	1,960	0,977	2,050	2,129	1,855	2,562	1,732
40	7	m ³ /s	0,977	1,785	2,081	1,782	2,258	2,610	2,495	2,562	1,732
30	8	m ³ /s	1,782	2,228	2,629	2,714	2,521	3,016	2,633	2,985	2,282
20	9	m ³ /s	1,890	2,406	2,637	2,851	3,119	3,016	3,039	4,188	3,509
10	10	m ³ /s	2,957	2,449	4,188	4,334	3,929	3,173	3,078	4,559	6,228
Debit 80%		m ³ /s	0,450	0,694	0,900	0,611	1,020	0,483	0,450	0,450	0,495

(Sumber : Hasil Perhitungan)

5.1.5. Evapotranspirasi

Cara perhitungan evapotranspirasi pada bulan Januari dengan menggunakan metode Penman dengan data yang telah diketahui :

$$\begin{aligned} T &= 27,99 \text{ }^{\circ}\text{C} \\ RH &= 94,92 \% \\ (n/N) &= 46,36 \% \\ U &= 56,86 \text{ km/jam} \\ &= 15,79 \text{ m/detik} \\ NH &= 2 \text{ m} \end{aligned}$$

Dimana :

$$\begin{aligned} T &= \text{Temperatur} \\ RH &= \text{Kelembaban udara relatif} \\ (n/N) &= \text{Lama penyinaran } U \\ &= \text{Kecepatan angin } NH \\ &= \text{Tinggi pengukuran} \end{aligned}$$

1. Tekanan uap jenuh (ea)

Untuk mengetahui perbedaan tekanan uap diperlukan temperatur udara (T), dan kelembaban udara relatif (RH). Dengan diketahui ke dua data tersebut, tekanan uap jenuh (ea) dapat dicari pada tabel evapotranspirasi *penman saturation vapour pressure (ea) and pressure of mean air temperature (T) in ^{\circ}\text{C}*. Dimana tabel tersebut dapat dilihat pada lampiran.

Nilai (ea) diperoleh dari interpolasi yang didapat dari $33^{\circ}\text{C} = 50,3 \text{ mbar}$ dan $32^{\circ}\text{C} = 47,54 \text{ mbar}$, sehingga nilai T $32,11^{\circ}\text{C}$

$$\begin{aligned} ea &= ((32,11-32) \times (50,3-47,54) / (33-32)) + 47,54 \\ ea &= 47,84 \text{ mbar} \end{aligned}$$

2. Tekanan uap nyata (ed)

Tekanan uap nyata (ed) adalah hasil perkalian antara kelembaban udara relatif (RH) dengan tekanan uap jenuh (ea)

$$\begin{aligned} ed &= ea \times Rh \\ ed &= 47,84 \times 87,6 \% \end{aligned}$$

$$e_d = 41,91 \text{ mbar}$$

3. Perbedaan tekanan uap

$$\Delta e = e_a - e_d$$

$$(e_a - e_d) = (47,84 - 41,91) \text{ mbar}$$

$$(e_a - e_d) = 5,93 \text{ mbar}$$

4. Fungsi kecepatan angin

Kecepatan angin yang dipertimbangkan adalah kecepatan pada ketinggian 2 m di atas permukaan tanah sehingga perlu adanya koreksi bila kecepatan tersebut di atas. Fungsi kecepatan angin di hitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} f(u) &= 0,27 \left(1 + \frac{U_2}{100} \right) \\ U_2 &= U \times \left(\frac{2}{x} \right)^{0,15} \end{aligned}$$

Dimana :

U_2 = kecepatan angin pada ketinggian 2,0 m di atas permukaan tanah (m/dt)

U_x = Kecepatan angin (m/dt)

x = Ketinggian pengukuran

karena ketinggian tempat pengukuran adalah 2 m, maka dihitung :

$$U_2 = 31,9 \times \left(\frac{2}{x} \right)^{0,15}$$

$$U_2 = 31,9 \times (2/2)^{0,15}$$

$$U_2 = 31,9 \times (1)^{0,15}$$

$$U_2 = 31,9$$

$$f(u) = 0,27 \times (1 + (31,9/100))$$

$$f(u) = 31,9 \text{ km/hari}$$

5. Faktor pembobot (W)

Untuk mengetahui faktor pembobot diperlukan temperatur udara (t), dan ketinggian lokasi (m). Dengan diketahui ke dua data tersebut faktor pembobot dapat dilihat

pada tabel *values of weighting factor (W) for the effect of radiation on Eto at different temperatures and altitudes* pada altitudes 0 m. Dimana tabel tersebut dapat dilihat pada lampiran.

Dengan $T = 32,11^{\circ}\text{C}$

Menggunakan interpolasi

$32^{\circ}\text{C} = 0,8$ dan $34^{\circ}\text{C} = 0,82$

$$W = ((32,11-32) \times ((0,82-0,8)/(34-32)))+0,8$$

$$W = 0,8 \text{ mm/hari}$$

6. Radiasi ekstra terensial (Ra)

Menggunakan tabel *Southern Hemisphere Ra*, cara interpolasi pada bulan yang ditentukan

Dengan $T = 32,11^{\circ}\text{C}$

$32^{\circ}\text{C} = 17,8$ dan $34^{\circ}\text{C} = 17,8$

$$Ra = ((32,11-32) \times ((17,8-17,8)/(34-32)))+17,8$$

$$Ra = 17,8 \text{ mm/hari}$$

7. Radiasi gelombang pendek (Rs)

Dihitung dengan rumus

$$Rs = (0,25 + (0,5 \times n/N) \times Ra)$$

$$Rs = (0,25 + (0,5 \times 60,2\%) \times 16,05)$$

$$Rs = 10,24 \text{ mm/hari}$$

8. Radiasi netto gelombang pendek (Rns)

Dengan $\alpha = 0,25$ Rns dapat dihitung dengan rumus :

$$Rns = Rs (1 - \alpha)$$

$$Rns = 10,24(1 - 0,25)$$

$$Rns = 7,68 \text{ mm/hari}$$

9. Radiasi netto gelombang panjang (Rnl)

$$Rnl = f(T) \times f(ed) \times f(n/N)$$

a. Mencari nilai $f(T)$

$$F(t) = s \cdot T^4$$

$$s = 117,74 \times 10^{-9} \text{ gcal/cm}^2/\text{hari}$$

$$s = \frac{117,74 \times 10^{-9}}{54} \text{ mm/hari}$$

$$T = t + 273^\circ\text{K}$$

$$T = 32,11 + 273^\circ\text{K}$$

$$F(t) = \frac{117,74 \times 10^{-9}}{54} \times (32,11 + 273^\circ\text{K})^4$$

$$F(t) = 17,29$$

b. Mencari nilai $f(ed)$

$$= 0,34 - 0,044 \sqrt{(Ed)}$$

$$= 0,34 - 0,044 \sqrt{(41,91)}$$

$$= 0,64$$

c. Mencari nilai $f(n/N)$

$$f(n/N) = 0,1 + 0,9 (n/N)$$

$$f(n/N) = 0,1 + 0,9 \left(\frac{60,2}{100}\right)$$

$$f(n/N) = 0,64$$

$$R_{nl} = f(t) \times f(ed) \times f(n/N)$$

$$= 17,29 \times 0,06 \times 0,64$$

$$R_{nl} = 0,61 \text{ mm/hari}$$

10. Radiasi netto (R_n)

Radiasi netto merupakan perbedaan antara radiasi yang datang dengan radiasi yang dipantulkan dengan persamaan sebagai berikut :

$$R_n = R_{ns} - R_{nl}$$

$$R_n = 7,68 - 0,61$$

$$R_n = 7,07 \text{ mm/hari}$$

11. Radiasi term

$$(W \times R_n) = 0,8 \times 7,07$$

$$(W \times R_n) = 5,656 \text{ mm/hari}$$

12. **Faktor koreksi**

Diperoleh dari tabel Adjustment Factor (c) in Penman equation.

Nilai C dari interpolasi nilai $R_s = 1,1$ dan $R_s = 1,1$,
sedangkan $R_s = 10,24$

$$c = (10,24 - 9) \times ((1,1 - 1,1)/(12 - 9)) + 1,1$$

$$c = 1,1$$

13. **Evapotranspirasi (Eto)**

$$\begin{aligned} Eto &= c \{ W \times R_n + (1 - W) \times f(u) \times (e_a - e_d) \} \\ &= 1,1 \{ 0,8 \times 7,07 + (1 - 0,8) \times 0,36 \times 5,93 \} \end{aligned}$$

$$Eto = 6,69 \text{ mm/hari}$$

Perhitungan tersebut diulang dan disesuaikan dengan data bulanan yang ada, kemudian dikoreksi dengan tabel evapotranspirasi (terdapat pada lampiran) yang mana disesuaikan dengan hasil yang didapat. Hasil dari perhitungan evapotranspirasi tersebut dimasukkan dalam tabel hasil perhitungan evapotranspirasi metode FAO yang disajikan pada tabel 5.31. hasil perhitungan evapotranspirasi potensial

Tabel 5.31. Perhitungan Evapotranspirasi

No	Data Bulanan	Satuan	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agust	Sep	Okt	Nov	Des
I	Data													
1	Temperatur (T)	(°C)	32,11	30,60	29,48	20,24	29,99	29,27	28,58	28,74	29,35	30,29	30,67	28,86
2	Kelembaban Udara Relatif (RH)	(%)	87,60	82,30	91,40	87,50	88,80	84,50	83,80	83,80	79,20	83,50	86,30	89,90
3	Lama Penyinaran (n/N)	(%)	60,20	51,20	40,30	51,90	60,00	58,70	65,90	75,90	78,00	72,70	62,70	33,60
4	Kecepatan Angin (U)	(km/day)	31,90	20,10	26,50	22,60	23,40	43,20	55,80	88,00	102,10	84,20	48,70	22,90
		(km/jam)	1,33	0,84	1,10	0,94	0,98	1,80	2,33	3,67	4,25	3,51	2,03	0,95
		(m/detik)	0,37	0,23	0,31	0,26	0,27	0,50	0,65	1,02	1,18	0,97	0,56	0,27
5	Tinggi Pengukuran	(m)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
II	Perhitungan													
1	Tekanan uap jenuh (ea)	(m - bar)	47,84	43,92	41,19	23,74	42,41	40,69	39,11	39,47	40,88	43,15	44,10	39,74
2	Tekanan uap aktual (ed)	(m - bar)	41,91	36,15	37,65	20,77	37,66	34,39	32,77	33,07	32,38	36,03	38,06	35,72
3	Perbedaan tekanan uap (ea - ed)	(m - bar)	5,93	7,77	3,54	2,97	4,75	6,31	6,34	6,39	8,50	7,12	6,04	4,01
4	Fungsi angin ; f(u)=0.27 x (1+U2/100)	(km/hari)	0,36	0,32	0,34	0,33	0,33	0,39	0,42	0,51	0,55	0,50	0,40	0,33
5	Faktor pembobot (W)	(mm/hari)	0,80	0,79	0,78	0,69	0,78	0,78	0,77	0,77	0,78	0,78	0,79	0,77
6	Radiasi ekstra terestial (Ra)	(mm/hari)	17,80	16,34	14,08	12,95	8,90	7,95	8,46	10,29	12,80	15,27	17,27	17,99
7	Radiasi gelombang pendek (Rs)	(mm/hari)	10,24	8,60	6,58	6,87	5,11	4,51	5,12	6,79	8,59	9,81	10,16	7,76
8	Radiasi gelombang pendek netto (Rns)	(mm/hari)	7,68	6,45	4,94	5,15	3,83	3,38	3,84	5,09	6,44	7,36	7,62	5,82
9	Radiasi gelombang panjang (Rnl) :													
	a. f (T)		17,29	16,95	16,71	14,76	16,82	16,66	16,51	16,54	16,68	16,89	16,97	16,57
	b.f(ed) =	(m - bar)	0,06	0,08	0,07	0,14	0,07	0,08	0,09	0,09	0,09	0,08	0,07	0,08
	c. f(n/N) =		0,64	0,56	0,46	0,57	0,64	0,63	0,69	0,78	0,80	0,75	0,66	0,40
10	Radiasi gelombang panjang netto (Rnl)	(mm/hari)	0,61	0,72	0,54	1,17	0,75	0,86	1,01	1,13	1,20	0,97	0,77	0,51
11	Radiasi netto (Rn)	(mm/hari)	7,07	5,73	4,40	3,98	3,08	2,52	2,83	3,97	5,24	6,39	6,85	5,31
12	Faktor koreksi ; C		1,10	1,09	1,07	1,07	1,05	1,04	1,05	1,07	1,09	1,11	1,12	1,08
13	Eto = C { W.Rn + (1-W) x f(U) x (ea - ed) }	(mm/hari)	6,69	5,52	3,94	3,28	2,88	2,60	2,93	4,07	5,59	6,41	6,59	4,78

(Sumber : Hasil Perhitungan)

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

5.2. Perhitungan Kebutuhan Air untuk Tanaman

5.2.1. Kebutuhan Air untuk Penyiapan Lahan (LP)

Kebutuhan air untuk penyiapan lahan (LP) dapat dihitung dengan menggunakan data evapotranspirasi potensial (E_0) yang kemudian dapat dihitung nilai $E_0 + P$, kemudian dapat diperoleh nilai tinggi air yang dibutuhkan. (lihat Tabel 5.32 Hasil Perhitungan LP)

Tabel 5.32. Perhitungan Kebutuhan Air untuk Penyiapan Lahan

Bulan	Eto	$E_0 =$ (E_{tox} 1.1)	P	$M=(E_0$ +P)	T	S	$K=M$ T/S	$LP = (M.e^k)/$ (e^k-1)	
	mm/ hari	mm/ hari	mm/ hari	mm/ hari	hari	mm		mm/ hari	l/dt/h a
1	2	3	4	5	6	7	8	9	11
Jan	6,69	7,36	2,5	9,86	30	250	1,18	14,21	1,64
Feb	5,52	6,08	2,5	8,58	30	250	1,03	13,35	1,54
Mar	3,94	4,33	2,5	6,83	30	250	0,82	12,21	1,41
Apr	3,28	3,61	2,5	6,11	30	250	0,73	11,76	1,36
Mei	2,88	3,17	2,5	5,67	30	250	0,68	11,49	1,33
Jun	2,60	2,86	2,5	5,36	30	250	0,64	11,30	1,31
Jul	2,93	3,22	2,5	5,72	30	250	0,69	11,52	1,33
Agu	4,07	4,48	2,5	6,98	30	250	0,84	12,30	1,42
Sep	5,59	6,15	2,5	8,65	30	250	1,04	13,39	1,55
Okt	6,41	7,06	2,5	9,56	30	250	1,15	14,01	1,62
Nov	6,59	7,25	2,5	9,75	30	250	1,17	14,14	1,64
Des	4,78	5,26	2,5	7,76	30	250	0,93	12,80	1,48

(Sumber : Hasil Perhitungan)

5.2.2. Perhitungan Pergantian Lapisan Air

Pergantian lapisan air dilakukan sebanyak dua kali, masing-masing 50 mm selama sebulan dan dua bulan. Lama pengolahan lahan 20-30 hari. Dengan diasumsikan lama pengolahan lahan 30 hari, maka WLR dapat dihitung sebagai berikut :

$$\text{WLR} = 50 \text{ mm} / 30 \text{ hari} = 1,7 \text{ mm/hari}$$

5.2.3. Perhitungan Kebutuhan Air Irigasi

Dalam mencari besarnya kebutuhan air untuk irigasi tanaman, dilakukan analisa kebutuhan air yang dipengaruhi oleh faktor pengolahan tanah, perkolasi, curah hujan efektif, evapotranspirasi, efisiensi irigasi, koefisien tanaman serta faktor lainnya yang telah dibahas sebelumnya. Berikut pada tabel 5.33.; 5.34. dan 5.35. disajikan perhitungan kebutuhan air irigasi Nop 1 untuk awal tanam padi, Nop 1 untuk awal tanam palawija dan seluruh tanam untuk komoditas tebu pada periode satu tahun. Dan untuk total jumlah debit kebutuhan irigasi tercantum pada tabel 5.36. dan 5.37.

5.2.4. Pola Tanam

Rencana tata tanam bagi daerah irigasi berguna untuk menyusun suatu pola pemanfaatan air irigasi yang tersedia untuk memperoleh hasil produksi tanam yang sebesar-besarnya bagi usaha pertanian. Pola tanam ialah susunan rencana penanaman berbagai jenis tanaman dalam satu tahun. Umumnya pola tanaman mengikuti debit andalan yang tersedia untuk mendapatkan luas tanam yang seluas-luasnya.

5.2.5. Neraca Air (*Water Balance*)

Dalam perhitungan neraca air, kebutuhan pengambilan yang dihasilkannya untuk pola tanam yang dipakai akan dibandingkan dengan debit andalan untuk tiap setengah bulan dan luas daerah yang biasa dialiri. Apabila debit sungai melimpah,

maka luas daerah proyek irigasi adalah tetap karena luas maksimum daerah layanan (*command area*) dan proyek akan direncanakan sesuai dengan pola tanam yang dipakai. Bila debit sungai tidak berlimpah dan kadang-kadang terjadi kekurangan debit, maka ada 3 pilihan yang bias dipertimbangkan:

5.2.6. Intensitas Tanam

Intensitas tanam adalah perbandingan antara luas tanam per tahun dengan luas lahan (lihat Tabel 6.45. s/d 6.49.).

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

Tabel 5.33. Perhitungan Teoritis Kebutuhan Air untuk Padi-Biasa

No	Uraian	Sat	Bulan											
			Jan	Peb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
1.	ET _o		6.69	5.52	3.94	3.28	2.88	2.60	2.93	4.07	5.59	6.41	6.59	4.78
2.	E _o = 1.1 x ET _o	mm/hr	7.36	6.08	4.33	3.61	3.17	2.86	3.22	4.48	6.15	7.06	7.25	5.26
3.	P	mm/hr	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50
4.	E _o + P	mm/hr	9.86	8.58	6.83	6.11	5.67	5.36	5.72	6.98	8.65	9.56	9.75	7.76
5.	R80	mm/hr	6.73	7.23	3.03	1.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.20	3.43
6.	E _T = E _o x C _t													
	Koef. Tanaman = C _t (FAO - Tradisional)													
	1. 1,20	mm/hr	8,83	7,29	5,20	4,33	3,80	3,44	3,87	5,37	7,38	8,47	8,70	6,31
	2. 1,27	mm/hr	9,34	7,72	5,50	4,58	4,03	3,64	4,09	5,69	7,81	8,96	9,20	6,67
	3. 1,33	mm/hr	9,78	8,08	5,76	4,80	4,22	3,81	4,29	5,96	8,18	9,38	9,64	6,99
	4. 1,30	mm/hr	9,56	7,90	5,63	4,69	4,12	3,72	4,19	5,82	8,00	9,17	9,42	6,83
	5. 1,30	mm/hr	9,56	7,90	5,63	4,69	4,12	3,72	4,19	5,82	8,00	9,17	9,42	6,83
	6. 0,00	mm/hr	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	7. 0,00	mm/hr	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	8. 0,00	mm/hr	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	9. 0,00	mm/hr	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7.	Re = R80 x Ch													
	Re = R80 x 0.70	mm/hr	4.71	5.06	2.12	1.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.84	2.40
8.	Pengolahan tanah 200 mm selama 30 hari													
	LP	mm/hr	14.21	13.35	12.21	11.76	11.49	11.30	11.52	12.30	13.39	14.01	14.14	12.80
	LP - Re gol.													
	3 minggu I	mm/hr	9.50	8.28	10.09	10.64	11.49	11.30	11.52	12.30	13.39	14.01	13.30	10.40
	3 minggu II	mm/hr	9.50	8.28	10.09	10.64	11.49	11.30	11.52	12.30	13.39	14.01	13.30	10.40
	3 minggu III	mm/hr	9.50	8.28	10.09	10.64	11.49	11.30	11.52	12.30	13.39	14.01	13.30	10.40
	(LP-Re gol.) x ((e x 8,64) ¹)													
	e = 0.65													
	(LP-Re gol.) x 0,178													
	3 minggu I	l/dt/ha	1.691	1.474	1.796	1.894	2.045	2.012	2.051	2.190	2.384	2.493	2.367	1.851
	3 minggu II	l/dt/ha	1.691	1.474	1.796	1.894	2.045	2.012	2.051	2.190	2.384	2.493	2.367	1.851
	3 minggu III	l/dt/ha	1.691	1.474	1.796	1.894	2.045	2.012	2.051	2.190	2.384	2.493	2.367	1.851
9.	Pertumbuhan : W =	1.700	Jan	Peb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
	3 minggu I													
	E _T - Re + P + W	mm/hr	8,315	6,429	7,273	7,409	8,004	7,636	8,068	9,573	11,58	12,66	12,05	8,103
	x 0,178	l/dt/ha	1,480	1,144	1,295	1,319	1,425	1,359	1,436	1,704	2,061	2,255	2,146	1,442
	3 minggu II													
	E _T - Re + P + W	mm/hr	8,830	6,855	7,576	7,662	8,226	7,836	8,294	9,887	12,01	13,16	12,56	8,471
	x 0,178	l/dt/ha	1,572	1,220	1,349	1,364	1,464	1,395	1,476	1,760	2,138	2,343	2,236	1,508
	3 minggu III													
	E _T - Re + P + W	mm/hr	7,571	5,520	6,136	6,178	6,716	6,308	6,787	8,455	10,68	11,88	11,29	7,086
	x 0,178	l/dt/ha	1,348	0,982	1,092	1,100	1,196	1,123	1,208	1,505	1,901	2,115	2,011	1,261

Tabel 5.33. Perhitungan Teoritis Kebutuhan Air untuk Padi-Biasa (Lanjutan)

No	Uraian	Sat	Bulan											
			Jan	Peb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
9.	Pertumbuhan : W =	1.700												
	3 minggu IV													
	$E_T - Re + P + W$	mm/hr	7,351	5,337	6,006	6,070	6,621	6,222	6,690	8,321	10,49	11,67	11,08	6,928
	x 0,178	l/dt/ha	1,308	0,950	1,069	1,080	1,179	1,107	1,191	1,481	1,868	2,078	1,972	1,233
	3 minggu V													
	$E_T - Re + P + W$	mm/hr	7,351	5,337	6,006	6,070	6,621	6,222	6,690	8,321	10,49	11,67	11,08	6,928
	x 0,178	l/dt/ha	1,308	0,950	1,069	1,080	1,179	1,107	1,191	1,481	1,868	2,078	1,972	1,233
	3 minggu VI													
	$E_T - Re + P + W$	mm/hr	-	-	0,377	1,380	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	1,660	0,097
	x 0,178	l/dt/ha	0,000	0,000	0,067	0,246	0,445	0,445	0,445	0,445	0,445	0,445	0,295	0,017
	3 minggu VII													
	$E_T - Re + P$	mm/hr	-	-	0,377	1,380	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	1,660	0,097
	x 0,178	l/dt/ha	0,000	0,000	0,067	0,246	0,445	0,445	0,445	0,445	0,445	0,445	0,295	0,017
	3 minggu VIII													
	$E_T - Re + P$	mm/hr	0,000	0,000	0,377	1,380	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	1,660	0,097
	x 0,178	l/dt/ha	0,000	0,000	0,067	0,246	0,445	0,445	0,445	0,445	0,445	0,445	0,295	0,017
	3 minggu IX													
	$E_T - Re + P$	mm/hr	0,000	0,000	0,377	1,380	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	1,660	0,097
	x 0,178	l/dt/ha	0,000	0,000	0,067	0,246	0,445	0,445	0,445	0,445	0,445	0,445	0,295	0,017
	3 minggu X													
	$E_T - Re + P$	mm/hr	0,000	0,000	0,377	1,380	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	1,660	0,097
	x 0,178	l/dt/ha	0,000	0,000	0,067	0,246	0,445	0,445	0,445	0,445	0,445	0,445	0,295	0,017

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Tabel 5.34. Perhitungan Teoritis Kebutuhan Air untuk Palawija-Jagung

No	Uraian	Sat	Bulan											
			Jan	Peb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
1.	ET _o		6.69	5.52	3.94	3.28	2.88	2.60	2.93	4.07	5.59	6.41	6.59	4.78
2.	E _o = 1.1 x ET _o	mm/hr	7.36	6.08	4.33	3.61	3.17	2.86	3.22	4.48	6.15	7.06	7.25	5.26
3.	R80 (Hujan 20% kering)	mm/hr	6.73	7.23	3.03	1.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.20	3.43
4.	E _T = E _o x C _t													
	1. 0.50	mm/hr	3.68	3.04	2.17	1.80	1.59	1.43	1.61	2.24	3.08	3.53	3.62	2.63
	2. 0.50	mm/hr	3.68	3.04	2.17	1.80	1.59	1.43	1.61	2.24	3.08	3.53	3.62	2.63
	3. 0.59	mm/hr	4.34	3.59	2.55	2.13	1.87	1.69	1.90	2.64	3.63	4.16	4.28	3.10
	4. 0.59	mm/hr	4.34	3.59	2.55	2.13	1.87	1.69	1.90	2.64	3.63	4.16	4.28	3.10
	5. 0.96	mm/hr	7.06	5.83	4.16	3.46	3.04	2.75	3.09	4.30	5.90	6.77	6.96	5.04
	6. 1.05	mm/hr	7.72	6.38	4.55	3.79	3.33	3.01	3.38	4.70	6.46	7.41	7.61	5.52
	7. 1.05	mm/hr	7.72	6.38	4.55	3.79	3.33	3.01	3.38	4.70	6.46	7.41	7.61	5.52
	8. 1.02	mm/hr	7.50	6.20	4.42	3.68	3.23	2.92	3.29	4.57	6.27	7.20	7.39	5.36
	9. 0.95	mm/hr	6.99	5.77	4.11	3.43	3.01	2.72	3.06	4.25	5.84	6.70	6.88	4.99
	10. 0.00	mm/hr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	11. 0.00	mm/hr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	12. 0.00	mm/hr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5.	Re Palawija = R80 x 0,6	mm/hr	4.04	4.34	1.82	0.96	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.72	2.06
6.	NFR = ET – Re x (e*8,64) ¹ e = 0.65 NFR = ET - Re x 1,78													
7.	Pertumbuhan		Jan	Peb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
	3 minggu I													
	E _T - Re	mm/hr	0.000	0.000	0.345	0.844	1.585	1.431	1.612	2.239	3.075	3.528	2.903	0.568
	x 0,178	l/dt/ha	0.000	0.000	0.061	0.150	0.282	0.255	0.287	0.399	0.547	0.628	0.517	0.101
	3 minggu II													
	E _T - Re	mm/hr	0.000	0.000	0.345	0.844	1.585	1.431	1.612	2.239	3.075	3.528	2.903	0.568
	x 0,178	l/dt/ha	0.000	0.000	0.061	0.150	0.282	0.255	0.287	0.399	0.547	0.628	0.517	0.101
	3 minggu III													
	E _T - Re	mm/hr	0.301	0.000	0.735	1.168	1.870	1.689	1.902	2.642	3.629	4.163	3.555	1.040
	x 0,178	l/dt/ha	0.054	0.000	0.131	0.208	0.333	0.301	0.339	0.470	0.646	0.741	0.633	0.185
	3 minggu IV													
	E _T - Re	mm/hr	0.301	0.000	0.735	1.168	1.870	1.689	1.902	2.642	3.629	4.163	3.555	1.040
	x 0,178	l/dt/ha	0.054	0.000	0.131	0.208	0.333	0.301	0.339	0.470	0.646	0.741	0.633	0.185
	3 minggu V													
	E _T - Re	mm/hr	3.023	1.494	2.337	2.503	3.043	2.748	3.094	4.299	5.905	6.773	6.237	2.985
	x 0,178	l/dt/ha	0.538	0.266	0.416	0.446	0.542	0.489	0.551	0.765	1.051	1.206	1.110	0.531
	3 minggu VI													
	E _T - Re	mm/hr	3.685	2.041	2.727	2.828	3.329	3.006	3.385	4.702	6.458	7.408	6.889	3.458
	x 0,178	l/dt/ha	0.656	0.363	0.485	0.503	0.593	0.535	0.602	0.837	1.150	1.319	1.226	0.615

Tabel 5.34. Perhitungan Teoritis Kebutuhan Air untuk Palawija-Jagung (Lanjutan)

No	Uraian	Sat	Bulan											
			Jan	Peb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
7.	Pertumbuhan													
	3 minggu VII													
	$E_T - Re$	mm/hr	3.685	2.041	2.727	2.828	3.329	3.006	3.385	4.702	6.458	7.408	6.889	3.458
	$\times 0,178$	l/dt/ha	0.656	0.363	0.485	0.503	0.593	0.535	0.602	0.837	1.150	1.319	1.226	0.615
	3 minggu VIII													
	$E_T - Re$	mm/hr	3.464	1.859	2.597	2.720	3.234	2.920	3.288	4.567	6.274	7.196	6.671	3.300
	$\times 0,178$	l/dt/ha	0.617	0.331	0.462	0.484	0.576	0.520	0.585	0.813	1.117	1.281	1.188	0.587
	3 minggu IX													
	$E_T - Re$	mm/hr	2.949	1.433	2.294	2.467	3.012	2.720	3.062	4.254	5.843	6.703	6.164	2.932
	$\times 0,178$	l/dt/ha	0.525	0.255	0.408	0.439	0.536	0.484	0.545	0.757	1.040	1.193	1.097	0.522
	3 minggu X													
	$E_T - Re$	mm/hr	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	$\times 0,178$	l/dt/ha	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	3 minggu XI													
	$E_T - Re$	mm/hr	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	$\times 0,178$	l/dt/ha	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	3 minggu XII													
	$E_T - Re$	mm/hr	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	$\times 0,178$	l/dt/ha	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Tabel 5.35. Perhitungan Teoritis Kebutuhan Air untuk Tebu
Awal Tanam : Untuk seluruh masa tanam

Musim	Bulan	Dekade	Eto	R 80	TEBU					
			mm/ hari	mm/ hari	Re Tebu	kĈ	Etc	NFR		DR
					mm/ hari		mm/ hari	mm/ hari	l/dt/ha	l/dt/ ha
Hujan	Nop	1	6.59	0.00	0.00	0.65	4.28	4.28	0.50	0.76
		2	6.59	9.00	0.45	0.65	4.28	3.83	0.44	0.68
		3	6.59	27.00	1.35	0.65	4.28	2.93	0.34	0.52
	Des	1	4.78	46.00	2.30	0.80	3.82	1.52	0.18	0.27
		2	4.78	44.00	2.20	0.80	3.82	1.62	0.19	0.29
		3	4.78	13.00	0.65	0.80	3.82	3.17	0.37	0.00
	Jan	1	6.69	57.00	2.85	0.90	6.02	3.17	0.37	0.56
		2	6.69	64.00	3.20	0.95	6.35	3.15	0.37	0.56
		3	6.69	81.00	4.05	1.00	6.69	2.64	0.31	0.47
	Feb	1	5.52	111.00	5.55	1.00	5.52	-0.03	0.00	0.00
		2	5.52	54.00	2.70	1.00	5.52	2.82	0.33	0.50
		3	5.52	52.00	2.60	1.00	5.52	2.92	0.34	0.52
Kemarau 1	Mar	1	3.94	47.00	2.35	1.05	4.13	1.78	0.21	0.32
		2	3.94	25.00	1.25	1.05	4.13	2.88	0.33	0.51
		3	3.94	19.00	0.95	1.05	4.13	3.18	0.37	0.57
	Apr	1	3.28	23.00	1.15	1.05	3.44	2.29	0.27	0.41
		2	3.28	19.00	0.95	1.05	3.44	2.49	0.29	0.44
		3	3.28	6.00	0.30	1.05	3.44	3.14	0.36	0.56
	Mei	1	2.88	0.00	0.00	1.05	3.03	3.03	0.35	0.54
		2	2.88	0.00	0.00	1.05	3.03	3.03	0.35	0.54
		3	2.88	0.00	0.00	1.05	3.03	3.03	0.35	0.54
	Juni	1	2.60	0.00	0.00	1.05	2.73	2.73	0.32	0.49
		2	2.60	0.00	0.00	1.05	2.73	2.73	0.32	0.49
		3	2.60	0.00	0.00	1.05	2.73	2.73	0.32	0.49
Kemarau 2	Juli	1	2.93	0.00	0.00	1.05	3.08	3.08	0.36	0.55
		2	2.93	0.00	0.00	1.05	3.08	3.08	0.36	0.55
		3	2.93	0.00	0.00	1.05	3.08	3.08	0.36	0.55
	Agst	1	4.07	0.00	0.00	1.05	4.27	4.27	0.49	0.76
		2	4.07	0.00	0.00	1.05	4.27	4.27	0.49	0.76
		3	4.07	0.00	0.00	1.05	4.27	4.27	0.49	0.76
	Sept	1	5.59	0.00	0.00	0.80	4.47	4.47	0.52	0.80
		2	5.59	0.00	0.00	0.80	4.47	4.47	0.52	0.80
		3	5.59	0.00	0.00	0.80	4.47	4.47	0.52	0.80
	Okt	1	6.41	0.00	0.00	0.60	3.85	3.85	0.45	0.69
		2	6.41	0.00	0.00	0.60	3.85	3.85	0.45	0.69
		3	6.41	0.00	0.00	0.60	3.85	3.85	0.45	0.69

(Sumber : Hasil Perhitungan)

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

Tabel 5.36. Rekapitulasi Kebutuhan Air Bulanan Rata-rata

Awal Tanam (bulan)	Kebutuhan Air Untuk Tanaman Padi dan Palawija (Ltr/det/Ha)												Jenis Komoditas
	Nop	Des	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	
Nop	2,37	1,35	1,33	0,04									Padi
Des		1,85	1,35	1,02	0,31								
Jan			1,69	1,04	1,20	0,45							
Feb				1,47	1,22	1,24	0,62						
Mar					1,80	1,25	1,36	0,61					
Apr						1,89	1,37	1,30	0,63				
Mei							2,04	1,31	1,37	0,70			
Jun								2,01	1,38	1,61	0,79		
Jul									2,05	1,62	1,93	0,84	
Agu	0,70									2,19	2,07	2,11	
Sep	2,00	0,31									2,38	2,13	
Okt	2,02	1,33	0,15									2,49	
Nop	0,56	0,44	0,60	0,00									Palawija (Jagung)
Des		0,13	0,42	0,32	0,00								
Jan			0,02	0,21	0,45	0,00							
Feb				0,00	0,34	0,48	0,00						
Mar					0,08	0,39	0,57	0,00					
Apr						0,17	0,49	0,51	0,00				
Mei							0,30	0,44	0,58	0,00			
Jun								0,27	0,50	0,80	0,00		
Jul									0,30	0,69	1,10	0,00	
Agu	0,00									0,42	0,95	1,26	
Sep	1,17	0,00									0,58	1,09	
Okt	0,99	0,57	0,00									0,00	
Seluruh Masa Tanam	0,66	0,19	0,53	0,34	0,47	0,47	0,54	0,49	0,55	0,76	0,80	0,69	Tebu

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Tabel 5.37. Perhitungan Debit Kebutuhan Air Irigasi

Bulan	Nop	Des	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt
Debit Kebutuhan Air Padi (lt/dt/ha)	7,083	4,847	4,651	3,719	4,529	4,841	5,396	5,226	5,425	6,123	7,180	7,573
Debit Kebutuhan Air Palawija (lt/dt/ha)	2,716	1,148	1,033	0,526	0,881	1,031	1,356	1,225	1,379	1,916	2,631	2,353
Debit Kebutuhan Air Tebu (lt/dt/ha)	0,656	0,187	0,532	0,341	0,466	0,471	0,539	0,487	0,548	0,761	0,797	0,685
Debit Intake (Lt/det)	Debit Outflow PLTA Siman											
Jumlah Hari	30	31	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31
Volume Keb. Air Padi (m ³ /ha)	18359,28	12981,5	12456,16	8997,65	12130,37	12547,81	14452,19	13545,35	14531,20	16399,59	18609,81	20282,97
Volume Keb. Air Palawija (m ³ /ha)	7038,59	3074,896	2766,278	1273,06	2358,7694	2671,425	3632,360	3174,530	3693,37	5130,489	6820,4	6301,278
Volume Keb. Air Tebu (m ³ /ha)	1699,38	499,76	1424,6	825,60	1248,08	1220,10	1443,193	1261,29	1467,4	2038,42	2064,64	1835,37
Musim	Musim Hujan				Musim Kering 1				Musim Kering 2			
Jumlah Keb. Per Musim Tanaman Padi (m ³ /ha)	47187,56672				48422,87999				65535,8491			
Jumlah Keb. Per Musim Tanaman Palawija (m ³ /ha)	14152,83111				11837,08513				21945,54295			
Jumlah Keb. Per Musim Tanaman Tebu (m ³ /ha)	1699,384295				1248,087665				1467,434831			
Jumlah Total Keb. Air per musim	63039,78213				61508,05279				88948,82688			
Jumlah Keb. Air rata-rata per bulan Tanaman Padi (m ³ /ha)	11796,89168				12105,72				16383,96227			
Jumlah Keb. Air rata-rata per bulan Tanaman Pal. (m ³ /ha)	3538,207779				2959,271282				5486,385738			
Jumlah Keb. Air rata-rata per bulan Tanaman Tebu (m ³ /ha)	424,8460738				312,0219162				366,8587078			
Jumlah Total Keb. Air per musim (m ³ /ha)	15759,94553				15377,0132				22237,20672			

(Sumber : Hasil Perhitungan)

BAB VI

ANALISA OPTIMASI PEMBANGKIT LISTRIK DAN IRIGASI

6.1. Rencana Pola Operasi PLTA dan Irigasi

Rencana operasi bagi PLTA daerah aliran waduk berguna untuk menyusun suatu pola pemanfaatan air yang tersedia untuk memperoleh hasil produksi listrik yang sebesar-besarnya bagi usaha perlistrikan. Pola operasi ialah susunan rencana operasi listrik dalam satu tahun. Umumnya pola operasi mengikuti debit andalan yang tersedia untuk mendapatkan produksi listrik yang sebanyak-banyaknya.

6.2. Neraca Air (*Water Balance*)

Dalam perhitungan neraca air, kebutuhan pengambilan yang dihasilkannya untuk pola operasi yang dipakai debit andalan 80% untuk tiap bulannya dan volume yang biasa dialiri di PLTA. Apabila debit sungai melimpah, maka volume yang terairi proyek PLTA adalah tetap karena volume maksimum daerah layanan (*command area*) dan proyek akan direncanakan sesuai dengan pola operasi yang dipakai. Dikarenakan waduk Selorejo merupakan daerah wisata dan sumber biota laut untuk perikanan. Bila debit sungai tidak berlimpah dan kadang-kadang terjadi kekurangan debit, maka ada 4 pilihan yang dipertimbangkan:

- Melakukan modifikasi perubahan daya maksimum pada PLTA sesuai debit dalam daya teoritis
- Melakukan modifikasi dalam pola operasi buka-tutup pada turbin pada musim kemarau dan musim hujan atau dapat diadakan dalam pemilihan jam produksi listrik untuk menetapkan simpanan air waduk Selorejo yang stabil.
- Luas daerah irigasi dikurangi, bagian-bagian tertentu dari daerah yang bisa diairi (luas maksimum daerah layanan) tidak akan diairi,

- Melakukan modifikasi dalam pola tanam, dapat diadakan dalam pemilihan tanaman atau tanggal tanam untuk mengurangi kebutuhan air irigasi di sawah ($l/dt/ha$) agar ada kemungkinan untuk mengairi areal yang lebih luas dengan debit yang tersedia.

6.3. Optimasi Produktifitas Listrik PLTA di Kawasan Pengairan Waduk Selorejo

Untuk mendapatkan hasil yang mendekati kondisi wilayah waduk, maka analisa dilakukan dengan mengacu pada persyaratan yang sesuai dengan kondisi di lapangan sebagai berikut ini :

1. Untuk ketersediaan air yang akan digunakan untuk mengoptimasi produktifitas listrik ialah dengan memberi batasan debit air andalan *sungai* yang ada tiap musim.
2. Untuk meningkatkan hasil produksi energi listrik pada PLTA, maka debit air andalan pada tiap PLTA yang ada di waduk Selorejo dioptimasi.
3. Setelah dioptimasi maka didapatkan debit yang keluar dari PLTA Siman yang masuk dalam Waduk Siman dan akan digunakan untuk penambahan lahan baku sawah atau tidak dimana pada Daerah Irigasi Siman pada kondisi eksisting mempunyai luasan tanaman padi, palawija dan tebu yaitu seluas 23060. Namun, hal ini akan diubah berdasarkan permintaan dari petani setempat untuk menambah atau mengurangi luasan tanaman tebu dan meningkatkan luasan tanaman padi jika ada surplus dan defisit. Sehingga luasan tebu dibatasi hanya untuk kebutuhan industri (Pemerintah) yaitu seluas 23060 Ha.

Selanjutnya, persamaan matematika yang sudah dijelaskan pada subbab selanjutnya dimasukkan kedalam tabel simpleks untuk dilakukan optimasi program linier. Sebagai alat bantu penyelesaian optimasi tersebut dilakukan dengan menggunakan program bantu *PQM version 3 for Windows*.

6.3.1. Fungsi Tujuan

Bentuk fungsi tujuan dari pengoperasian waduk Selorejo adalah untuk memaksimalkan nilai intensitas tanam irigasi dan produksi PLTA.. Berikut ini adalah *Objective Function* untuk optimasi ditinjau dari produktifitas listrik dan intensitas tanam :

$$\begin{aligned}
 Z. = & \sum_1^{12} V_{PLTA}x_n + \sum_1^{12} V_{1PLTA}y_n + \sum_1^{12} V_{2PLTA}y_n + \\
 & \sum_1^{12} V_{3PLTA}y_n + \sum_1^{12} QV_{PLTA}y_n + \sum_1^{12} V_{1PLTA}z_n + \\
 & \sum_1^{12} V_{2PLTA}z_n + \sum_1^{12} V_{3PLTA}z_n + \sum_1^4 (c. LTPADI. 1_n) + \\
 & \sum_4^8 (c. LTPADI. 2_n) + \sum_8^{12} (c. LTPADI. 3_n) + \\
 & \sum_1^4 (d. LTPALAWIJA. 1_n + \sum_5^8 (d. LTPALAWIJA. 2_n) + \\
 & \sum_8^{12} (d. LTPALAWIJA. 3_n) + \sum_1^4 (e. LTTEBU. 1_n) + \\
 & \sum_4^8 (e. LTTEBU. 2_n) + \sum_8^{12} (e. LTTEBU. 3_n)
 \end{aligned}$$

Dimana :

Z	= Nilai tujuan yang ingin dicapai, yaitu memaksimalkan volume dilihat dari intensitas tanam yang paling besar
V_{PLTAx}	= Volume air yang keluar dari turbin 1 PLTA Selorejo (m^3)
V_{1PLTAy}	= Volume air yang keluar dari turbin 1 PLTA Mendalan (m^3)
V_{2PLTAy}	= Volume air yang keluar dari turbin 2 PLTA Mendalan (m^3)
V_{3PLTAy}	= Volume air yang keluar dari turbin 3 PLTA Mendalan (m^3)
V_{4PLTAy}	= Volume air yang keluar dari turbin 4 PLTA Mendalan (m^3)
V_{1PLTAz}	= Volume air yang keluar dari turbin 1 PLTA Siman (m^3)

V_{2PLTAz}	= Volume air yang keluar dari turbin 2 PLTA Siman (m^3)
c	= Volume Kebutuhan air irigasi untuk Padi dalam musim tertentu sesuai luas tanam yang akan ditanami (m^3/ha)
d	= Volume Kebutuhan air irigasi untuk Palawija dalam musim tertentu sesuai luas tanam yang akan ditanami (m^3/ha)
e	= Volume Kebutuhan air irigasi untuk Tebu dalam musim tertentu sesuai luas tanam yang akan ditanami (m^3/ha)
LT_{PADI}	= Luas Tanam Padi (Ha)
LT_{TEBU}	= Luas Tanam Tebu (Ha)
$LT_{PALAWIJA}$	= Luas Tanam Palawija (Ha)
1,2,3...12	= Bulan
1	= Bulan Januari
2	= Bulan Februari
...	
12	= Bulan Desember

catatan :

1. Untuk nilai ekonomi air dianggap 1 karena data didapatkan sangat minim, sehingga koefisien variabel turbin PLTA dikalikan 1 maupun irigasi.
2. Untuk hasil optimum luas tanam pada fungsi tujuan dalam pengaplikasian PQM *solution list* dianggap satuannya dalam luas (ha), bukan volume air yang akan diairi. Karena dalam fungsi tujuan telah dikalikan koefisien debit kebutuhan teoritis (*Difrection Requirement*) per musimnya
3. Tujuan optimum yang dilihat adalah memaksimalkan intensitas tanam.

6.3.2. Fungsi Kendala

Selanjutnya fungsi kendala yang merupakan batas yang akan membatasi pengoperasian waduk. Dalam tabel rekapitulasi 6.37. s/d 6.42. merupakan rekapitulasi pengurangan evaporasi, penambahan presipitasi bulanan dan suplesi sungai Konto Atas (irigasi). Dalam optimasi PLTA waduk Selorejo dimana nilai batas terdapat adanya debit inflow tahun kering (80%) pada waduk Selorejo, pengurangan evaporasi, penambahan presipitasi, nilai suplesi debit intake DI. Siman selama 10 tahun yang menggunakan data bulanan dan untuk kebutuhan air irigasi teoritis per komoditi dapat dilihat pada tabel 5.36. sebelumnya dalam bentuk musiman. Fungsi kendala (*Constraint Function*) sistem pengoperasian waduk Selorejo dibagi menjadi beberapa persamaan sabagai berikut :

- **Fungi Kendala Bagian 1**

$$VPLTA.x - S \leq VS - EA$$

$$VPLTA.x - S \leq A$$

$$\Rightarrow VPLTA.x.1 - S1 \leq A1$$

$$VPLTA.x.1 - S1 \leq 29581499,49 \text{ m}^3$$

$$\Rightarrow VPLTA.x.2 - S2 \leq A2$$

$$VPLTA.x.2 - S2 \leq 30282148,10 \text{ m}^3$$

$$\Rightarrow VPLTA.x.3 - S3 \leq A3$$

$$VPLTA.x.3 - S3 \leq 17273899,54 \text{ m}^3$$

$$\dots \dots \dots$$

$$\dots \dots \dots$$

$$\dots \dots \dots$$

$$\Rightarrow VPLTA.x.12 - S12 \leq A12$$

$$VPLTA.x.12 - S12 \leq 17273899,54 \text{ m}^3$$

Dimana :

EA1 = Volume evaporasi Rata-rata Bulanan di Waduk

Selorejo(m³)

QS1 = Volume Inflow Rata-rata Bulanan di Waduk Selorejo (m³)

A = Selisih VS1 - EA1

• **Fungi Kendala Bagian 2**

$$V1PLTA.y + V2PLTA.y + V3PLTA.y + V4PLTA.y - M \leq PB - EB + VPLTA.x$$

$$V1PLTA.y + V2PLTA.y + V3PLTA.y + V4PLTA.y - VPLTA.x - M \leq PB - EB$$

$$V1PLTA.y + V2PLTA.y + V3PLTA.y + V4PLTA.y - VPLTA.x - M \leq B$$

$$\Rightarrow V1PLTA.y.1 + V2PLTA.y1 + V3PLTA.y1 + V4PLTA.y1 - VPLTA.x.1 - M1 \leq B1$$

$$V1PLTA.y.1 + V2PLTA.y1 + V3PLTA.y1 + V4PLTA.y1 - VPLTA.x.1 - M1 \leq 54215,23 \text{ m}^3$$

$$\Rightarrow V1PLTA.y.2 + V2PLTA.y2 + V3PLTA.y2 + V4PLTA.y2 - VPLTA.x.2 - M2 \leq B2$$

$$V1PLTA.y.2 + V2PLTA.y2 + V3PLTA.y2 + V4PLTA.y2 - VPLTA.x.2 - M2 \leq 31562,61 \text{ m}^3$$

$$\Rightarrow V1PLTA.y.3 + V2PLTA.y3 + V3PLTA.y3 + V4PLTA.y3 - VPLTA.x.3 - M3 \leq B3$$

$$V1PLTA.y.3 + V2PLTA.y3 + V3PLTA.y3 + V4PLTA.y3 - VPLTA.x.3 - M3 \leq 4182,02 \text{ m}^3$$

...
...
...

$$\Rightarrow V1PLTA.y.12 + V2PLTA.y12 + V3PLTA.y12 + V4PLTA.y12 - VPLTA.x.12 - M12 \leq B12$$

$$V1PLTA.y.12 + V2PLTA.y12 + V3PLTA.y12 + V4PLTA.y12 - VPLTA.x.12 - M12 \leq 4182,02 \text{ m}^3$$

Dimana :

EB = Volume evaporasi rata-rata bulanan di KTH Mendalan (m^3)

PB = Volume hujan rata-rata bulanan di KTH Mendalan (m^3)

B = Selisih PB - EB

- **Fungsi Kendala Bagian 3**

$$V1PLTA.z + V2PLTA.z + V3PLTA.z - N \leq PC - EC + VPLTA.y$$

$$V1PLTA.z + V2PLTA.z + V3PLTA.z - VPLTA.y - N \leq PC - EC$$

$$V1PLTA.z + V2PLTA.z + V3PLTA.z - VPLTA.y - N \leq C$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow V1PLTA.z1 + V2PLTA.z1 + V3PLTA.z1 - VPLTA.y.1 - N1 &\leq C1 \\ V1PLTA.z1 + V2PLTA.z1 + V3PLTA.z1 - VPLTA.y.1 - N1 &\leq 10521,36 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow V1PLTA.z.2 + V2PLTA.z.2 + V3PLTA.z.2 - VPLTA.y.2 - N2 &\leq C2 \\ V1PLTA.z.2 + V2PLTA.z.2 + V3PLTA.z.2 - VPLTA.y.2 - N2 &\leq 5847,98 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow V1PLTA.z3 + V2PLTA.z3 + V3PLTA.z3 - VPLTA.y.3 - N3 &\leq C3 \\ V1PLTA.z3 + V2PLTA.z3 + V3PLTA.z3 - VPLTA.y.3 - N3 &\leq 271,23 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

...

$$\begin{array}{cccc}
 \dots & \dots & \dots & \dots \\
 \dots & \dots & \dots & \dots \\
 \Rightarrow V1PLTA.z.12 + V2PLTA.z.12 + V3PLTA.z.12 - & & & \\
 VPLTA.y.12 - N12 & \leq & C12 & \\
 V1PLTA.z.12 + V2PLTA.z.12 + V3PLTA.z.12 - & & & \\
 VPLTA.y.12 - N12 & \leq & 271,23 \text{ m}^3 &
 \end{array}$$

Dimana :

EC = Volume evaporasi rata-rata bulanan di KTH Siman (m^3)

PC = Volume hujan rata-rata bulanan di KTH Siman (m^3)

C = Selisih PC - EC

- **Fungsi Kendala Bagian 4**

$S1+S2+S3+S4+\dots+S12 \leq \text{Kapasitas Efektif Waduk Selorejo}$

$S1+S2+S3+S4+\dots+S12 \leq 33,23 \times 10^6 \text{ m}^3$

- **Fungsi Kendala Bagian 5**

$M1+M2+M3+M4+\dots+M12 \leq \text{Kapasitas Efektif KTH Mendalan}$

$M1+M2+M3+M4+\dots+M12 \leq 140.000 \text{ m}^3$

- **Fungsi Kendala Bagian 6**

$N1+N2+N3+N4+\dots+N12 \leq \text{Kapasitas Efektif KTH Siman}$

$N1+N2+N3+N4+\dots+N12 \leq 100.000 \text{ m}^3$

- **Fungsi Kendala Bagian 7 (Turbin PLTA Selorejo)**

$VPLTA.x \leq V_{\max}$

$VPLTA.x \leq V_{\text{Teoritis}} 80\% \text{ m}^3/\text{det}$ sepanjang tahun dengan operasi 19,2 jam per harinya

$VPLTA.x \leq 8,556 \text{ m}^3/\text{det} \times 30 \text{ hari} \times 19,2 \text{ jam} \times 3600 \text{ detik}$

$VPLTA.x \leq 22.177.152 \text{ m}^3$

$VPLTA.z \geq V_{\min}$

$VPLTA.z \geq 0 \text{ m}^3/\text{det}$

- **Fungsi Kendala Bagian 8 (Turbin 1 PLTA Mendalan)**

$VPLTA.y \leq V_{\max}$

$$\begin{aligned} \text{VPLTA.y} &\leq 3,439 \text{ m}^3/\text{det} \\ \text{VPLTA.y} &\leq 3,439 \text{ m}^3/\text{det} \times 24 \text{ jam} \times 30 \text{ hari} \times 3600 \text{ detik} \\ \text{VPLTA.y} &\leq 8.913.451,973 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{VPLTA.y} &\geq \text{VMin} \\ \text{VPLTA.y} &\geq 0 \text{ m}^3/\text{det} \end{aligned}$$

- **Fungsi Kendala Bagian 9 (Turbin 2,3,4 PLTA Mendalan)**

$$\begin{aligned} \text{VPLTA.y} &\leq \text{VMax} \\ \text{VPLTA.y} &\leq 3,562 \text{ m}^3/\text{det} \\ \text{VPLTA.y} &\leq 3,562 \text{ m}^3/\text{det} \times 24 \text{ jam} \times 30 \text{ hari} \times 3600 \text{ detik} \\ \text{VPLTA.y} &\leq 9.231.789,543 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{VPLTA.y} &\geq \text{VMin} \\ \text{VPLTA.y} &\geq 0 \text{ m}^3/\text{det} \end{aligned}$$

- **Fungsi Kendala Bagian 10 (Turbin 1,2,3 PLTA Siman)**

$$\begin{aligned} \text{VPLTA.z} &\leq \text{VMax} \\ \text{VPLTA.z} &\leq 4,379 \text{ m}^3/\text{det} \\ \text{VPLTA.z} &\leq 4,379 \text{ m}^3/\text{det} \times 24 \text{ jam} \times 30 \text{ hari} \times 3600 \text{ detik} \\ \text{VPLTA.z} &\leq 11.350.747,739 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{VPLTA.z} &\geq \text{VMin} \\ \text{VPLTA.z} &\geq 0 \text{ m}^3/\text{det} \end{aligned}$$

Keterangan :

VMax = Volume air yang melewati Maksimal dari PLTA
 VMin = Volume air yang melewati Minimal dari PLTA

- **Fungsi Kendala Bagian 11**

$$\begin{aligned} \text{VSIMANKiri} &\leq \text{VMax} \\ &\leq 0,088 \text{ m}^3/\text{dt} \\ &\leq 0,088 \text{ m}^3/\text{det} \times 24 \text{ jam} \times 30 \text{ hari} \times 3600 \text{ detik} \\ &\leq 228.096 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{VSIMANKanan} &\geq \text{VMin} \\
 &\geq 0,006 \text{ m}^3/\text{dt} \\
 &\geq 0,006 \text{ m}^3/\text{det} \times 24 \text{ jam} \times 30 \text{ hari} \times 3600 \text{ detik} \\
 &\geq 15.552 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{VSIMANKiri} &\leq \text{VMax} \\
 &\leq 0,088 \text{ m}^3/\text{dt} \\
 &\leq 0,088 \text{ m}^3/\text{det} \times 24 \times 30 \times 3600 \text{ detik} \\
 &\leq 228.096 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{VSIMANKanan} &\geq \text{VMin} \\
 &\geq 0,006 \text{ m}^3/\text{dt} \\
 &\geq 0,006 \text{ m}^3/\text{det} \times 24 \times 30 \times 3600 \text{ detik} \\
 &\geq 15.552 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Keterangan :

VMax = Volume air yang melewati Maksimal dari Intake QSiman Kiri dan Kanan

VMin = Volume air yang melewati Minimal dari Intake QSiman Kiri dan Kanan

- **Fungsi Kendala Bagian 12**

$$\begin{aligned}
 \sum \text{VPLTA.z.} - \text{VSIMAN.Kr} - \text{VSIMAN.Kn} + \text{F} - \text{P} &\geq \text{c.LT.} \\
 \text{PADI} + \text{d.LT. PALAWIJA} + \text{e. LT. TEBU}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 -(\sum \text{VPLTA.z.}) + \text{VSIMAN.Kr} + \text{VSIMAN.Kn} - \text{F} + \text{P} + \text{c.LT.} \\
 \text{PADI} + \text{d.LT. PALAWIJA} + \text{e. LT. TEBU} \leq 0
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \Rightarrow &-(\sum \text{VPLTA.z.1}) + \text{VSIMAN.Kr} + \text{VSIMAN.Kn} + 259.200 \\
 &- 1374624 - \text{P1} + 52794,6\text{LT PADI.1HJ} + 1699,384\text{LT} \\
 &\text{TEBU1} + 14152,83\text{LT PALAWIJA.1HJ} \leq 0
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &-(\sum \text{VPLTA.z.1}) + \text{VSIMAN.Kr} + \text{VSIMAN.Kn} - \text{P1} + \\
 &52794,6\text{LT PADI.1HJ} + 1699,384\text{LT TEBU} + \\
 &14152,83\text{LT PALAWIJA.1HJ} \leq 1115424
 \end{aligned}$$

$$\Rightarrow -(\sum VPLTA.z.2) + VSIMAN.Kr + VSIMAN.Kn + 259.200 - 4722950,4 - P2 + 52794,6LT PADI.1HJ + 1699,384LT TEBU1 + 14152,83LT PALAWIJA.1HJ \leq 0$$

$$-(\sum VPLTA.z.2) + VSIMAN.Kr + VSIMAN.Kn - P2 + 52794,6LT PADI.1HJ + 1699,384LT TEBU + 14152,83LT PALAWIJA.1HJ \leq 4463750,4$$

$$\Rightarrow -(\sum VPLTA.z3) + VSIMAN.Kr + VSIMAN.Kn - 4510512 - P3 + 52675,746LT PADI.1K1 + 1248,088LT TEBU2 + 11837,085LT PALAWIJA.K1 \leq 0$$

$$-(\sum VPLTA.z3) + VSIMAN.Kr + VSIMAN.Kn - P3 + 52675,74LT.PADI.K1 + 1248,088LT.TEBU2 + 11837,085LT.PALAWIJA.K1 \leq 1115424$$

....

$$\Rightarrow -(\sum VPLTA.z12) + VSIMAN.Kr + VSIMAN.Kn + 259.200 - 1205280 - P12 + 52794,6LT PADI.1HJ + 1699,384LT TEBU + 14152,83LT PALAWIJA.1HJ \leq 0$$

$$-(\sum VPLTA.z12) + VSIMAN.Kr + VSIMAN.Kn - P12 + 52794,6LT PADI.1HJ + 1699,384LT TEBU + 14152,83LT PALAWIJA.1HJ \leq 946080$$

Keterangan :

$\sum VPLTA.z$ = Jumlah volume air turbin PLTA Siman

F = Volume air Kali Konto Atas (m^3)

c = Volume Kebutuhan air irigasi untuk Padi dalam musim tertentu sesuai luas tanam yang akan ditanami (m^3/ha)

d = Volume Kebutuhan air irigasi untuk Palawija

- dalam musim tertentu sesuai luas tanam yang akan ditanami (m^3/ha)
- e = Volume Kebutuhan air irigasi untuk Tebu dalam musim tertentu sesuai luas tanam yang akan ditanami (m^3/ha)

Dikarenakan dalam optimasi aplikasi PQM dengan fungsi variable debit turbin PLTA Z maka persamaannya dijadikan kendala agar efisien dalam pengerjaanya sehingga didapatkan persamaan matematika fungsi kendala sebagai berikut :

$$\Rightarrow -(\sum V.PLTA.z.1) - (\sum V.PLTA.z.2) - (\sum V.PLTA.z.11) - (\sum V.PLTA.z.12) + V.SimanKiri + V.SimanKanan - \sum_1^2 F_n - \sum_{11}^{12} F_n + 52794.6\text{LT PADI.1HJ} + 1699.384\text{LT TEBU1} + 14152.83\text{LT PALAWIJA.1HJ} + P1 \leq 0$$

$$-(\sum V.PLTA.z.1) - (\sum V.PLTA.z.2) - (\sum V.PLTA.z.11) - (\sum V.PLTA.z.12) + V.SimanKiri + V.SimanKanan - 1374624 - 4722950,4 - 1827019,63 - 1205280 + 52794.6\text{LT PADI.1HJ} + 1699.384\text{LT TEBU1} + 14152.83\text{LT PALAWIJA.1HJ} + P1 \leq 0$$

$$-(\sum V.PLTA.z.1) - (\sum V.PLTA.z.2) - (\sum V.PLTA.z.11) - (\sum V.PLTA.z.12) + V.SimanKiri + V.SimanKanan + 52794.6\text{LT PADI.1HJ} + 1699.384\text{LT TEBU1} + 14152.83\text{LT PALAWIJA.1HJ} + P1 \leq 8093074$$

$$\Rightarrow -(\sum V.PLTA.z.3) - (\sum V.PLTA.z.4) - (\sum V.PLTA.z.5) - (\sum V.PLTA.z.6) + V.SimanKiri + V.SimanKanan - \sum_3^6 F_n + 52675,74\text{LT PADI.2.K1} + 1248,088\text{LTEBU2} + 11837,08\text{LT PALAWIJA2.K1} + P2 \leq 0$$

$$\begin{aligned}
& -(\sum V.PLTA.z.3) - (\sum V.PLTA.z.4) - (\sum V.PLTA.z.5) - \\
& (\sum V.PLTA.z.6) + V.SimanKiri + V.SimanKanan - \\
& 4510512 - 3635280 - 2519109,82 - 1788480 + \\
& 52675,74LT \text{ PADI.2.K1} + 1248,088LTEBU2 + \\
& 11837,08LT \text{ PALAWIJA2.K1} + P2 \leq 0
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& -(\sum V.PLTA.z.3) - (\sum V.PLTA.z.4) - (\sum V.PLTA.z.5) - \\
& (\sum V.PLTA.z.6) + V.SimanKiri + V.SimanKanan + \\
& 52675,74LT \text{ PADI.2.K1} + 1248,088LTEBU2 + \\
& 11837,08LT \text{ PALAWIJA2.K1} - P2 \leq 12453381,82
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\Rightarrow & -(\sum V.PLTA.z.7) - (\sum V.PLTA.z.8) - (\sum V.PLTA.z.9) - \\
& (\sum V.PLTA.z.10) + V.SimanKiri + V.SimanKanan - \\
& \sum_7^{10} F_n + 69823.57LT \text{ PADI.3. K2} + 1467.435LTEBU3 + \\
& 21945.55LT \text{ PALAWIJA3.K2} + P3 \leq 0
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& -(\sum V.PLTA.z.7) - (\sum V.PLTA.z.8) - (\sum V.PLTA.z.9) - \\
& (\sum V.PLTA.z.10) + V.SimanKiri + V.SimanKanan - \\
& 1166400 - 1102464 - 1166400 - 1765756,8 + 69823.57LT \\
& \text{PADI.3. K2} + 1467.435LTEBU3 + 21945.55LT \\
& \text{PALAWIJA3.K2} + P3 \leq 0
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& -(\sum V.PLTA.z.7) - (\sum V.PLTA.z.8) - (\sum V.PLTA.z.9) - \\
& (\sum V.PLTA.z.10) + V.SimanKiri + V.SimanKanan + \\
& 69823.57LT \text{ PADI.3. K2} + 1467.435LT.TEBU3 + \\
& 21945.55LT.PALAWIJA3.K2 + P3 \leq 5201020,8
\end{aligned}$$

- **Fungsi Kendala Bagian 13**

$P1+P2+P3 \leq \text{Kapasitas Efektif Waduk Siman}$

$P1+P2+P3 \leq 230.000 \text{ m}^3$

- **Fungsi Kendala Bagian 14**

LT TEBU1 = 4203

LT TEBU2 = 4203

LT TEBU3 = 4203

$$\begin{aligned}
& \text{LT PADI.1HJ} && \geq 0 \\
& \text{LT PADI.2K1} && \geq 0 \\
& \text{LT PADI.3K2} && \geq 0 \\
& \text{LT PALAWIJA1.HJ} && \geq 0 \\
& \text{LT PALAWIJA2.K1} && \geq 0 \\
& \text{LT PALAWIJA3.K2} && \geq 0 \\
& \text{LT PADI.1HJ} + \text{LT TEBU} + \text{LT PALAWIJA.1HJ} && \leq 23060 \\
& \text{LTPADI.2.K1} + \text{LTEBU2} + \text{LT PALAWIJA2.K1} && \leq 23060 \\
& \text{LTPADI.3. K2} + \text{LTEBU3} + \text{LT PALAWIJA3.K2} && \leq 23060
\end{aligned}$$

❖ Rekapitulasi Persamaan Fungsi Kendala

- 1) VPLTA.x.1 - S1 $\leq 36529333,60 \text{ m}^3$
- 2) VPLTA.x.2 - S2 $\leq 33971207,73 \text{ m}^3$
- 3) VPLTA.x.3 - S3 $\leq 38270296,76 \text{ m}^3$
- 4) VPLTA.x.4 - S4 $\leq 32995439,64 \text{ m}^3$
- 5) VPLTA.x.5 - S5 $\leq 28548953,56 \text{ m}^3$
- 6) VPLTA.x.6 - S6 $\leq 21313902,46 \text{ m}^3$
- 7) VPLTA.x.7 - S7 $\leq 18842835,88 \text{ m}^3$
- 8) VPLTA.x.8 - S8 $\leq 17394028,74 \text{ m}^3$
- 9) VPLTA.x.9 - S9 $\leq 15861522,49 \text{ m}^3$
- 10) VPLTA.x.10 - S10 $\leq 16997211,03 \text{ m}^3$
- 11) VPLTA.x.11 - S11 $\leq 22641402,47 \text{ m}^3$
- 12) VPLTA.x.12 - S12 $\leq 25184054,15 \text{ m}^3$
- 13) V1PLTA.y.1 - V2PLTA.y.1 - V3PLTA.y.1 -
V4PLTA.y.1 - VPLTA.x.1 - M1 $\leq 74398,97 \text{ m}^3$
- 14) V1PLTA.y.2 - V2PLTA.y.2 - V3PLTA.y.2 -
V4PLTA.y.2 - VPLTA.x.2 - M2 $\leq 61559,74 \text{ m}^3$
- 15) V1PLTA.y.3 - V2PLTA.y.3 - V3PLTA.y.3 -
V4PLTA.y.3 - VPLTA.x.3 - M3 $\leq 59444,99 \text{ m}^3$
- 16) V1PLTA.y.4 - V2PLTA.y.4 - V3PLTA.y.4 -
V4PLTA.y.4 - VPLTA.x.4 - M4 $\leq 33903,06 \text{ m}^3$
- 17) V1PLTA.y.5 - V2PLTA.y.5 - V3PLTA.y.5 -
V4PLTA.y.5 - VPLTA.x.5 - M5 $\leq 22706,87 \text{ m}^3$

- 18) $V1PLTA.y.6 - V2PLTA.y.6 - V3PLTA.y.6 -$
 $V4PLTA.y.6 - VPLTA.x.6 - M6 \leq 10195,53 \text{ m}^3$
- 19) $V1PLTA.y.7 - V2PLTA.y.7 - V3PLTA.y.7 -$
 $V4PLTA.y.7 - VPLTA.x.7 - M7 \leq 329,16 \text{ m}^3$
- 20) $V1PLTA.y.8 - V2PLTA.y.8 - V3PLTA.y.8 -$
 $V4PLTA.y.8 - VPLTA.x.8 - M8 \leq 0 \text{ m}^3$
- 21) $V1PLTA.y.9 - V2PLTA.y.9 - V3PLTA.y.9 -$
 $V4PLTA.y.9 - VPLTA.x.9 - M9 \leq 2879,89 \text{ m}^3$
- 22) $V1PLTA.y.10 - V2PLTA.y.10 - V3PLTA.y.10 -$
 $V4PLTA.y.10 - VPLTA.x.10 - M10 \leq 16020,56 \text{ m}^3$
- 23) $V1PLTA.y.11 - V2PLTA.y.11 - V3PLTA.y.11 -$
 $V4PLTA.y.11 - VPLTA.x.11 - M11 \leq 39199,64 \text{ m}^3$
- 24) $V1PLTA.y.12 - V2PLTA.y.12 - V3PLTA.y.12 -$
 $V4PLTA.y.12 - VPLTA.x.12 - M12 \leq 41702,57 \text{ m}^3$
- 25) $V1PLTA.z.1 + V2PLTA.z.1 + V3PLTA.z.1 -$
 $V1PLTA.y.1 - V2PLTA.y.1 - V3PLTA.y.1 -$
 $V4PLTA.y.1 - N1 \leq 14635,86 \text{ m}^3$
- 26) $V1PLTA.z.2 + V2PLTA.z.2 + V3PLTA.z.2 -$
 $V1PLTA.y.2 - V2PLTA.y.2 - V3PLTA.y.2 -$
 $V4PLTA.y.2 - N2 \leq 11969,25 \text{ m}^3$
- 27) $V1PLTA.z.3 + V2PLTA.z.3 + V3PLTA.z.3 -$
 $V1PLTA.y.3 - V2PLTA.y.3 - V3PLTA.y.3 -$
 $V4PLTA.y.3 - N3 \leq 11469,47 \text{ m}^3$
- 28) $V1PLTA.z.4 + V2PLTA.z.4 + V3PLTA.z.4 -$
 $V1PLTA.y.4 - V2PLTA.y.4 - V3PLTA.y.4 -$
 $V4PLTA.y.4 - N4 \leq 6350,61 \text{ m}^3$
- 29) $V1PLTA.z.5 + V2PLTA.z.5 + V3PLTA.z.5 -$
 $V1PLTA.y.5 - V2PLTA.y.5 - V3PLTA.y.5 -$
 $V4PLTA.y.5 - N5 \leq 4032,79 \text{ m}^3$
- 30) $V1PLTA.z.6 + V2PLTA.z.6 + V3PLTA.z.6 -$
 $V1PLTA.y.6 - V2PLTA.y.6 - V3PLTA.y.6 -$
 $V4PLTA.y.6 - N6 \leq 1539,05 \text{ m}^3$
- 31) $V1PLTA.z.7 + V2PLTA.z.6 + V3PLTA.z.6 -$
 $V1PLTA.y.7 - V2PLTA.y.6 - V3PLTA.y.6 -$
 $V4PLTA.y.7 - N7 \leq 0 \text{ m}^3$

- 32) $V1PLTA.z.8 + V2PLTA.z.8 + V3PLTA.z.8 -$
 $V1PLTA.y.8 - V2PLTA.y.8 - V3PLTA.y.8 -$
 $V4PLTA.y.8 - N8 \leq 0 \text{ m}^3$
- 33) $V1PLTA.z.9 + V2PLTA.z.9 + V3PLTA.z.9 -$
 $V1PLTA.y.9 - V2PLTA.y.9 - V3PLTA.y.9 -$
 $V4PLTA.y.9 - N9 \leq 0 \text{ m}^3$
- 34) $V1PLTA.z.10 + V2PLTA.z.10 + V3PLTA.z.10 -$
 $V1PLTA.y.10 - V2PLTA.y.10 - V3PLTA.y.10 -$
 $V4PLTA.y.10 - N10 \leq 2670,71 \text{ m}^3$
- 35) $V1PLTA.z.11 + V2PLTA.z.11 + V3PLTA.z.11 -$
 $V1PLTA.y.11 - V2PLTA.y.11 - V3PLTA.y.11 -$
 $V4PLTA.y.11 - N11 \leq 7445,04 \text{ m}^3$
- 36) $V1PLTA.z.12 + V2PLTA.z.12 + V3PLTA.z.12 -$
 $V1PLTA.y.12 - V2PLTA.y.12 - V3PLTA.y.12 -$
 $V4PLTA.y.12 - N12 \leq 8035,31 \text{ m}^3$
- 37) $VPLTA.x.1 \leq 22.177.150 \text{ m}^3$
- 38) $VPLTA.x.1 \geq 0 \text{ m}^3$
- 39) $VPLTA.x.2 \leq 22.177.150 \text{ m}^3$
- 40) $VPLTA.x.2 \geq 0 \text{ m}^3$
- 41) $VPLTA.x.3 \leq 22.177.150 \text{ m}^3$
- 42) $VPLTA.x.3 \geq 0 \text{ m}^3$
- 43) $VPLTA.x.4 \leq 22.177.150 \text{ m}^3$
- 44) $VPLTA.x.4 \geq 0 \text{ m}^3$
- 45) $VPLTA.x.5 \leq 22.177.150 \text{ m}^3$
- 46) $VPLTA.x.5 \geq 0 \text{ m}^3$
- 47) $VPLTA.x.6 \leq 22.177.150 \text{ m}^3$
- 48) $VPLTA.x.6 \geq 0 \text{ m}^3$
- 49) $VPLTA.x.7 \leq 22.177.150 \text{ m}^3$
- 50) $VPLTA.x.7 \geq 0 \text{ m}^3$
- 51) $VPLTA.x.8 \leq 22.177.150 \text{ m}^3$
- 52) $VPLTA.x.8 \geq 0 \text{ m}^3$
- 53) $VPLTA.x.9 \leq 22.177.150 \text{ m}^3$
- 54) $VPLTA.x.9 \geq 0 \text{ m}^3$
- 55) $VPLTA.x.10 \leq 22.177.150 \text{ m}^3$
- 56) $VPLTA.x.10 \geq 0 \text{ m}^3$

57) VPLTA.x.11	$\leq 22.177.150 \text{ m}^3$
58) VPLTA.x.11	$\geq 0 \text{ m}^3$
59) VPLTA.x.12	$\leq 22.177.150 \text{ m}^3$
60) VPLTA.x.12	$\geq 0 \text{ m}^3$
61) V1PLTA.y.1	$\leq 22.177.150 \text{ m}^3$
62) V1PLTA.y.1	$\geq 0 \text{ m}^3$
63) V1PLTA.y.2	$\leq 8.913.451,973 \text{ m}^3$
64) V1PLTA.y.2	$\geq 0 \text{ m}^3$
65) V1PLTA.y.3	$\leq 8.913.451,973 \text{ m}^3$
66) V1PLTA.y.3	$\geq 0 \text{ m}^3$
67) V1PLTA.y.4	$\leq 8.913.451,973 \text{ m}^3$
68) V1PLTA.y.4	$\geq 0 \text{ m}^3$
69) V1PLTA.y.5	$\leq 8.913.451,973 \text{ m}^3$
70) V1PLTA.y.5	$\geq 0 \text{ m}^3$
71) V1PLTA.y.6	$\leq 8.913.451,973 \text{ m}^3$
72) V1PLTA.y.6	$\geq 0 \text{ m}^3$
73) V1PLTA.y.7	$\leq 8.913.451,973 \text{ m}^3$
74) V1PLTA.y.7	$\geq 0 \text{ m}^3$
75) V1PLTA.y.8	$\leq 8.913.451,973 \text{ m}^3$
76) V1PLTA.y.8	$\geq 0 \text{ m}^3$
77) V1PLTA.y.9	$\leq 8.913.451,973 \text{ m}^3$
78) V1PLTA.y.9	$\geq 0 \text{ m}^3$
79) V1PLTA.y.10	$\leq 8.913.451,973 \text{ m}^3$
80) V1PLTA.y.10	$\geq 0 \text{ m}^3$
81) V1PLTA.y.11	$\leq 8.913.451,973 \text{ m}^3$
82) V1PLTA.y.11	$\geq 0 \text{ m}^3$
83) V1PLTA.y.12	$\leq 8.913.451,973 \text{ m}^3$
84) V1PLTA.y.12	$\geq 0 \text{ m}^3$
85) V2PLTA.y.1	$\leq 9.231.789,543 \text{ m}^3$
86) V2PLTA.y.1	$\geq 0 \text{ m}^3$
87) V2PLTA.y.2	$\leq 9.231.789,543 \text{ m}^3$
88) V2PLTA.y.2	$\geq 0 \text{ m}^3$
89) V2PLTA.y.3	$\leq 9.231.789,543 \text{ m}^3$
90) V2PLTA.y.3	$\geq 0 \text{ m}^3$
91) V2PLTA.y.4	$\leq 9.231.789,543 \text{ m}^3$

92) V2PLTA.y.4	$\geq 0 \text{ m}^3$
93) V2PLTA.y.5	$\leq 9.231.789,543 \text{ m}^3$
94) V2PLTA.y.5	$\geq 0 \text{ m}^3$
95) V2PLTA.y.6	$\leq 9.231.789,543 \text{ m}^3$
96) V2PLTA.y.6	$\geq 0 \text{ m}^3$
97) V2PLTA.y.7	$\leq 9.231.789,543 \text{ m}^3$
98) V2PLTA.y.7	$\geq 0 \text{ m}^3$
99) V2PLTA.y.8	$\leq 9.231.789,543 \text{ m}^3$
100) V2PLTA.y.8	$\geq 0 \text{ m}^3$
101) V2PLTA.y.9	$\leq 9.231.789,543 \text{ m}^3$
102) V2PLTA.y.9	$\geq 0 \text{ m}^3$
103) V2PLTA.y.10	$\leq 9.231.789,543 \text{ m}^3$
104) V2PLTA.y.10	$\geq 0 \text{ m}^3$
105) V2PLTA.y.11	$\leq 9.231.789,543 \text{ m}^3$
106) V2PLTA.y.11	$\geq 0 \text{ m}^3$
107) V2PLTA.y.12	$\leq 9.231.789,543 \text{ m}^3$
108) V2PLTA.y.12	$\geq 0 \text{ m}^3$
109) V3PLTA.y.1	$\leq 9.231.789,543 \text{ m}^3$
110) V3PLTA.y.1	$\geq 0 \text{ m}^3$
111) V3PLTA.y.2	$\leq 9.231.789,543 \text{ m}^3$
112) V3PLTA.y.2	$\geq 0 \text{ m}^3$
113) V3PLTA.y.3	$\leq 9.231.789,543 \text{ m}^3$
114) V3PLTA.y.3	$\geq 0 \text{ m}^3$
115) V3PLTA.y.4	$\leq 9.231.789,543 \text{ m}^3$
116) V3PLTA.y.4	$\geq 0 \text{ m}^3$
117) V3PLTA.y.5	$\leq 9.231.789,543 \text{ m}^3$
118) V3PLTA.y.5	$\geq 0 \text{ m}^3$
119) V3PLTA.y.6	$\leq 9.231.789,543 \text{ m}^3$
120) V3PLTA.y.6	$\geq 0 \text{ m}^3$
121) V3PLTA.y.7	$\leq 9.231.789,543 \text{ m}^3$
122) V3PLTA.y.7	$\geq 0 \text{ m}^3$
123) V3PLTA.y.8	$\leq 9.231.789,543 \text{ m}^3$
124) V3PLTA.y.8	$\geq 0 \text{ m}^3$
125) V3PLTA.y.9	$\leq 9.231.789,543 \text{ m}^3$
126) V3PLTA.y.9	$\geq 0 \text{ m}^3$

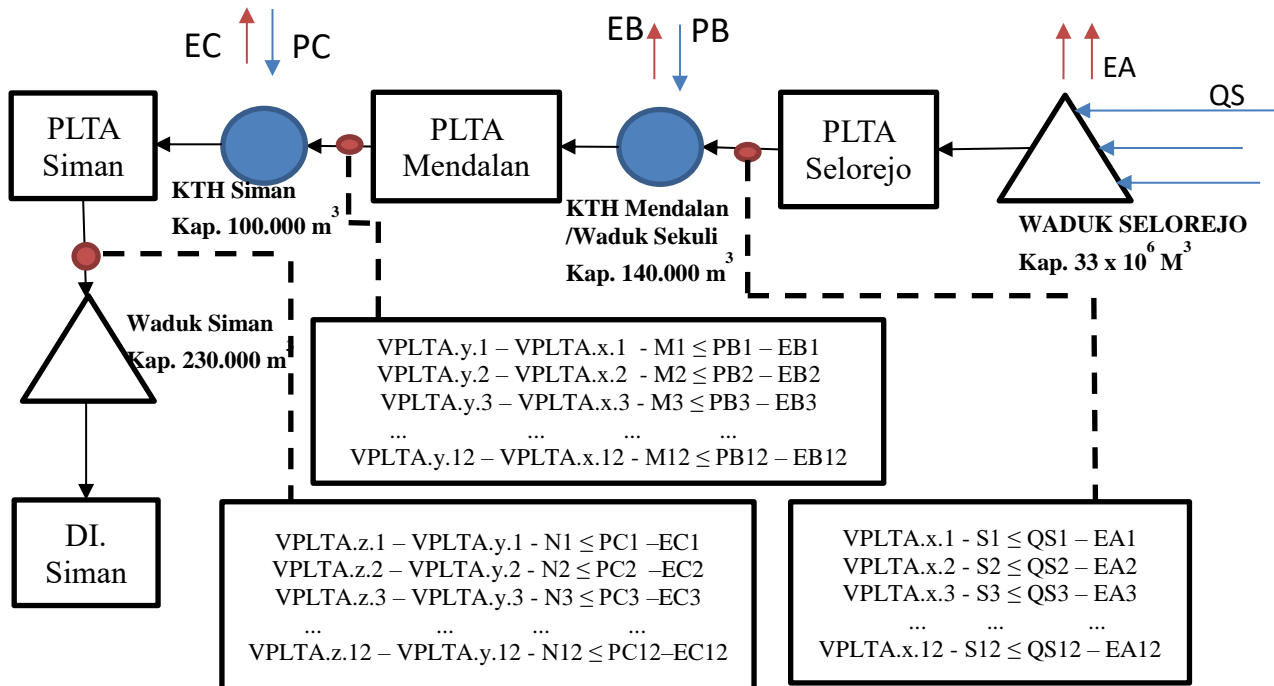
127) V3PLTA.y.10	$\leq 9.231.789,543 \text{ m}^3$
128) V3PLTA.y.10	$\geq 0 \text{ m}^3$
129) V3PLTA.y.11	$\leq 9.231.789,543 \text{ m}^3$
130) V3PLTA.y.11	$\geq 0 \text{ m}^3$
131) V3PLTA.y.12	$\leq 9.231.789,543 \text{ m}^3$
132) V3PLTA.y.12	$\geq 0 \text{ m}^3$
133) V4PLTA.y.1	$\leq 9.231.789,543 \text{ m}^3$
134) V4PLTA.y.1	$\geq 0 \text{ m}^3$
135) V4PLTA.y.2	$\leq 9.231.789,543 \text{ m}^3$
136) V4PLTA.y.2	$\geq 0 \text{ m}^3$
137) V4PLTA.y.3	$\leq 9.231.789,543 \text{ m}^3$
138) V4PLTA.y.3	$\geq 0 \text{ m}^3$
139) V4PLTA.y.4	$\leq 9.231.789,543 \text{ m}^3$
140) V4PLTA.y.4	$\geq 0 \text{ m}^3$
141) V4PLTA.y.5	$\leq 9.231.789,543 \text{ m}^3$
142) V4PLTA.y.5	$\geq 0 \text{ m}^3$
143) V4PLTA.y.6	$\leq 9.231.789,543 \text{ m}^3$
144) V4PLTA.y.6	$\geq 0 \text{ m}^3$
145) V4PLTA.y.7	$\leq 9.231.789,543 \text{ m}^3$
146) V4PLTA.y.7	$\geq 0 \text{ m}^3$
147) V4PLTA.y.8	$\leq 9.231.789,543 \text{ m}^3$
148) V4PLTA.y.8	$\geq 0 \text{ m}^3$
149) V4PLTA.y.9	$\leq 9.231.789,543 \text{ m}^3$
150) V4PLTA.y.9	$\geq 0 \text{ m}^3$
151) V4PLTA.y.10	$\leq 9.231.789,543 \text{ m}^3$
152) V4PLTA.y.10	$\geq 0 \text{ m}^3$
153) V4PLTA.y.11	$\leq 9.231.789,543 \text{ m}^3$
154) V4PLTA.y.11	$\geq 0 \text{ m}^3$
155) V4PLTA.y.12	$\leq 9.231.789,543 \text{ m}^3$
156) V4PLTA.y.12	$\geq 0 \text{ m}^3$
157) V1PLTA.z.1	$\leq 11.350.747,739 \text{ m}^3$
158) V1PLTA.z.1	$\geq 0 \text{ m}^3$
159) V1PLTA.z.2	$\leq 11.350.747,739 \text{ m}^3$
160) V1PLTA.z.2	$\geq 0 \text{ m}^3$
161) V1PLTA.z.3	$\leq 11.350.747,739 \text{ m}^3$

162) V1PLTA.z.3	$\geq 0 \text{ m}^3$
163) V1PLTA.z.4	$\leq 11.350.747,739 \text{ m}^3$
164) V1PLTA.z.4	$\geq 0 \text{ m}^3$
165) V1PLTA.z.5	$\leq 11.350.747,739 \text{ m}^3$
166) V1PLTA.z.5	$\geq 0 \text{ m}^3$
167) V1PLTA.z.6	$\leq 11.350.747,739 \text{ m}^3$
168) V1PLTA.z.6	$\geq 0 \text{ m}^3$
169) V1PLTA.z.7	$\leq 11.350.747,739 \text{ m}^3$
170) V1PLTA.z.7	$\geq 0 \text{ m}^3$
171) V1PLTA.z.8	$\leq 11.350.747,739 \text{ m}^3$
172) V1PLTA.z.8	$\geq 0 \text{ m}^3$
173) V1PLTA.z.9	$\leq 11.350.747,739 \text{ m}^3$
174) V1PLTA.z.9	$\geq 0 \text{ m}^3$
175) V1PLTA.z.10	$\leq 11.350.747,739 \text{ m}^3$
176) V1PLTA.z.10	$\geq 0 \text{ m}^3$
177) V1PLTA.z.11	$\leq 11.350.747,739 \text{ m}^3$
178) V1PLTA.z.11	$\geq 0 \text{ m}^3$
179) V1PLTA.z.12	$\leq 11.350.747,739 \text{ m}^3$
180) V1PLTA.z.12	$\geq 0 \text{ m}^3$
181) V2PLTA.z.1	$\leq 11.350.747,739 \text{ m}^3$
182) V2PLTA.z.1	$\geq 0 \text{ m}^3$
183) V2PLTA.z.2	$\leq 11.350.747,739 \text{ m}^3$
184) V2PLTA.z.2	$\geq 0 \text{ m}^3$
185) V2PLTA.z.3	$\leq 11.350.747,739 \text{ m}^3$
186) V2PLTA.z.3	$\geq 0 \text{ m}^3$
187) V2PLTA.z.4	$\leq 11.350.747,739 \text{ m}^3$
188) V2PLTA.z.4	$\geq 0 \text{ m}^3$
189) V2PLTA.z.5	$\leq 11.350.747,739 \text{ m}^3$
190) V2PLTA.z.5	$\geq 0 \text{ m}^3$
191) V2PLTA.z.6	$\leq 11.350.747,739 \text{ m}^3$
192) V2PLTA.z.6	$\geq 0 \text{ m}^3$
193) V2PLTA.z.7	$\leq 11.350.747,739 \text{ m}^3$
194) V2PLTA.z.7	$\geq 0 \text{ m}^3$
195) V2PLTA.z.8	$\leq 11.350.747,739 \text{ m}^3$
196) V2PLTA.z.8	$\geq 0 \text{ m}^3$

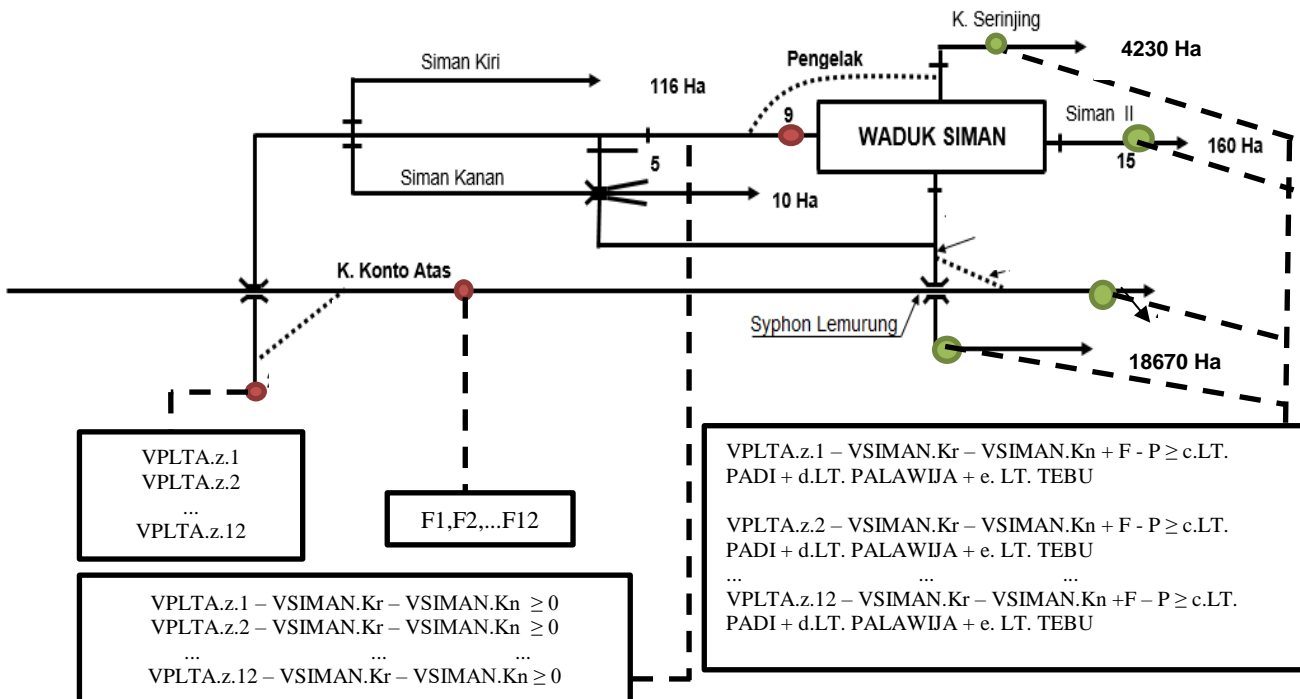
197) V2PLTA.z.9	$\leq 11.350.747,739 \text{ m}^3$
198) V2PLTA.z.9	$\geq 0 \text{ m}^3$
199) V2PLTA.z.10	$\leq 11.350.747,739 \text{ m}^3$
200) V2PLTA.z.10	$\geq 0 \text{ m}^3$
201) V2PLTA.z.11	$\leq 11.350.747,739 \text{ m}^3$
202) V2PLTA.z.11	$\geq 0 \text{ m}^3$
203) V2PLTA.z.12	$\leq 11.350.747,739 \text{ m}^3$
204) V2PLTA.z.12	$\geq 0 \text{ m}^3$
205) V3PLTA.z.1	$\leq 11.350.747,739 \text{ m}^3$
206) V3PLTA.z.1	$\geq 0 \text{ m}^3$
207) V3PLTA.z.2	$\leq 11.350.747,739 \text{ m}^3$
208) V3PLTA.z.2	$\geq 0 \text{ m}^3$
209) V3PLTA.z.3	$\leq 11.350.747,739 \text{ m}^3$
210) V3PLTA.z.3	$\geq 0 \text{ m}^3$
211) V3PLTA.z.4	$\leq 11.350.747,739 \text{ m}^3$
212) V3PLTA.z.4	$\geq 0 \text{ m}^3$
213) V3PLTA.z.5	$\leq 11.350.747,739 \text{ m}^3$
214) V3PLTA.z.5	$\geq 0 \text{ m}^3$
215) V3PLTA.z.6	$\leq 11.350.747,739 \text{ m}^3$
216) V3PLTA.z.6	$\geq 0 \text{ m}^3$
217) V3PLTA.z.7	$\leq 11.350.747,739 \text{ m}^3$
218) V3PLTA.z.7	$\geq 0 \text{ m}^3$
219) V3PLTA.z.8	$\leq 11.350.747,739 \text{ m}^3$
220) V3PLTA.z.8	$\geq 0 \text{ m}^3$
221) V3PLTA.z.9	$\leq 11.350.747,739 \text{ m}^3$
222) V3PLTA.z.9	$\geq 0 \text{ m}^3$
223) V3PLTA.z.10	$\leq 11.350.747,739 \text{ m}^3$
224) V3PLTA.z.10	$\geq 0 \text{ m}^3$
225) V3PLTA.z.11	$\leq 11.350.747,739 \text{ m}^3$
226) V3PLTA.z.11	$\geq 0 \text{ m}^3$
227) V3PLTA.z.12	$\leq 11.350.747,739 \text{ m}^3$
228) V3PLTA.z.12	$\geq 0 \text{ m}^3$
229) S1+S2+S3+.....+S12	$\leq 33 \times 10^6 \text{ m}^3$
230) M1+M2+M3+.....+M12	$\leq 140.000 \text{ m}^3$
231) N1+N2+N3+.....+N12	$\leq 100.000 \text{ m}^3$

- 232) - V.PLTA.z.1 - V.PLTA.z.2 - V.PLTA.z.11 - V.PLTA.z.12
 + VSimanKiri + V.SimanKanan + 52794.6LT PADI.1HJ
 + 1699.384LT TEBU1 + 14152.83LT PALAWIJA.1HJ +
 $P1 \leq 8093074$
- 233) - V.PLTA.z.3 - V.PLTA.z.4 - V.PLTA.z.5 - V.PLTA.z.6 +
 VSimanKiri + V.SimanKanan + 52675,74LT PADI.2.K1
 + 1248,088LTEBU2 + 11837,08LT PALAWIJA2.K1 +
 $P2 \leq 12453381,82$
- 234) - V.PLTA.z.7 - V.PLTA.z.8 - V.PLTA.z.9 - V.PLTA.z.10
 + VSimanKiri + V.SimanKanan + 69823.57LTPADI.3.
 K2+1467.435LT.TEBU3+ 21945.55LT.PALAWIJA3.K2
 + $P3 \leq 5201020,8$
- 235) $P1+P2+P3 \leq 230.000 \text{ m}^3$
- 236) LT TEBU1 = 4203
- 237) LT TEBU2 = 4203
- 238) LT TEBU3 = 4203
- 239) LT PADI.1HJ ≥ 0
- 240) LT PADI.2K1 ≥ 0
- 241) LT PADI.3K2 ≥ 0
- 242) LT PALAWIJA1.HJ ≥ 0
- 243) LT PALAWIJA2.K1 ≥ 0
- 244) LT PALAWIJA3.K2 ≥ 0
- 245) $\text{LT PADI.1HJ} + \text{LT TEBU} + \text{LT PALAWIJA.1HJ} \leq 23060$
- 246) $\text{LT PADI.2.K1} + \text{LTEBU2} + \text{LT PALAWIJA2.K1} \leq 23060$
- 247) $\text{LT PADI.3. K2} + \text{LTEBU3} + \text{LT PALAWIJA3.K2} \leq 23060$
- 248) VSimanKiri $\leq 417312 \text{ m}^3$
- 249) VSimanKiri $\geq 25920 \text{ m}^3$
- 250) V.SimanKanan $\leq 339552 \text{ m}^3$
- 251) V.SimanKanan $\geq 15552 \text{ m}^3$

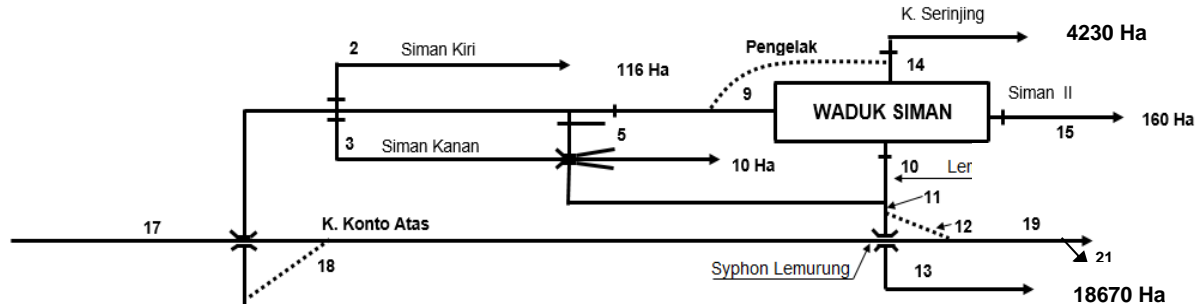
Rekapitulasi persamaan fungsi kendala diatas dapat diperjelas dengan skema aliran waduk Selorejo pada gambar 6.39.; 6.40 dan 6.41.



Gambar 6.39. Skema Aliran Waduk Selorejo



Gambar 6.40. Skema Aliran PLTA Siman Menuju Waduk Siman-1



Gambar 6.41. Skema Aliran PLTA Siman Menuju Waduk Siman-2

Keterangan :

- | | | | |
|--|-------------|---|--------------------------|
| 1. – | | 11. Jumlah Air Lemurung + Bokor Pradah | = 10 + 5 |
| 2. Siman Kiri dengan Luas Sawah Sebesar | = 116 Ha | 12. Pengambilan Lemurung ke K. Konto Atas | = 0 |
| 3. Siman Kanan dengan Luas Sawah Sebesar | = 10 Ha | 13. Air masuk sekunder Bulung | = 11-12 |
| 4. – | | 14. K. Serinjing | = 4230 Ha |
| 5. Pengambilan Air Bokor Pradah | = 0 | 15. Siman II | = 160 Ha |
| 6. – | | 16. - | |
| 7. – | | 17. Kali Konto Atas | = Data |
| 8. – | | 18. Pengambilan Mulut Siman | = 0,1 m ³ /dt |
| 9. Air dari PLTA Siman ke Waduk Siman | = Q.PLTAz – | 19. Jumlah Kali Konto Atas | = Data |
| 10. Lemurung | = 18670 Ha | 20. Debit Air Outflow PLTA Siman | = Q.PLTA z |
| | | 21. Air Irigasi D. Damarwulan | = 8453 Ha |
| | | 22. QIRIGASI | = 14 + 13 + 15 + 21 |

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

Tabel 6.38. Rekapitulasi Presipitasi, Evaporasi dan Debit Inflow Waduk Selorejo

No.	Keterangan	Satuan	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agu	Sep	Okt	Nov	Des
1	Debit Inflow Waduk (QS)	m ³	36694080	34086528	38435040	33151680	28739232	21487680	19016640	17570304	16018560	17168544	22809600	25364448
2	Presipitasi KTH Mendalan (PB)	m ³	77074,33	64724,95	63100,06	37276,13	26456,14	13714,46	4304,52	1134,72	6946,75	19845,19	42408,61	44340,25
3	Presipitasi KTH Siman (PC)	m ³	15572,42	13077,30	12749,00	7531,43	5345,31	2770,93	869,70	229,26	1403,55	4009,61	8568,41	8958,69
4	Evaporasi Waduk Selorejo (EA)	m ³	164746,4	115320,2	164743,2	156240,3	190278,4	173777,5	173804,1	176275,2	157037,5	171332,9	168197,5	180393,8
5	Evaporasi KTH Mendalan (EB)	m ³	2675,36	3165,21	3655,07	3373,07	3749,27	3518,93	3975,36	3636,23	4066,87	3824,63	3208,97	2637,68
6	Evaporasi KTH Siman (EC)	m ³	936,57	1108,05	1279,54	1180,82	1312,52	1231,88	1391,66	1272,94	1423,70	1338,90	1123,37	923,38

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Tabel 6.39. Perhitungan Selisih Volume dengan Evaporasi-1

No.	Keterangan	Satuan	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul
1	Selisih VS - EA (A)	m ³	36529333,60	33971207,73	38270296,76	32995439,64	28548953,56	21313902,46	18842835,88
2	Selisih PB - EB (B)	m ³	74398,97	61559,74	59444,99	33903,06	22706,87	10195,53	329,16
3	Selisih PC - EC (C)	m ³	14635,86	11969,25	11469,47	6350,61	4032,79	1539,05	-521,96

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Tabel 6.40. Perhitungan Selisih Volume dengan Evaporasi-2

No.	Keterangan	Satuan	Agu	Sep	Okt	Nov	Des
1	Selisih VS - EA (A)	m ³	17394028,74	15861522,49	16997211,03	22641402,47	25184054,15
2	Selisih PB - EB (B)	m ³	-2501,51	2879,89	16020,56	39199,64	41702,57
3	Selisih PC - EC (C)	m ³	-1043,68	-20,15	2670,71	7445,04	8035,31

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Keterangan :

Jika selisih volume dengan evaporasi nilai negatif, maka hasil selisih dianggap 0 (nol)

Tabel 6.41. Rekapitulasi Debit Kali Konto Atas-1

	Satuan	Januari			Februari			Maret			April		
Debit 80%	m^3/s	0,450	0,450	0,691	1,429	1,958	2,079	1,691	1,426	2,103	1,471	1,837	0,900
Volume 80%	m^3	388800	388800	597024	1235001,6	1691884,8	1796064	1461369,6	1232150,4	1816992	1270512	1587168	777600
Volume 80%	m^3	1374624			4722950,4			4510512			3635280		
Total Vol. Per Musim	m^3	9129874,036						12453381,82					

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Tabel 6.42. Rekapitulasi Debit Kali Konto Atas-2

	Satuan	Mei			Juni			Juli			Agustus		
Debit 80%	m^3/s	1,115	0,9	0,9	0,78	0,84	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,376
Volume 80%	m^3	963909,8	777600	777600	673920	725760	388800	388800	388800	388800	388800	388800	324864
Volume 80%	m^3	2519109,818			1788480			1166400			1102464		
Total Vol. Per Musim	m^3	12453381,82						5201020,8					

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Tabel 6.43. Rekapitulasi Debit Kali Konto Atas-3

	Satuan	September			Oktober			November			Desember		
Debit 80%	m^3/s	0,45	0,45	0,45	0,45	0,6937	0,9	0,611	1,02	0,483	0,45	0,45	0,495
Volume 80%	m^3	388800	388800	388800	388800	599356,8	777600	528139,636	881280	417600	388800	388800	427680
Volume 80%	m^3	1166400			1765756,8			1827019,636			1205280		
Total Vol. Per Musim	m^3	5201020,8						9129874,036					

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Keterangan :

Musim Hujan 1 (November-Februari) = 9129874,036 m³Musim Kemarau 1 (Maret-Juni) = 12453381,82 m³Musim Kemarau 2 (Juli-Oktober) = 5201020,8 m³

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

6.3.3. Analisa Optimasi Menggunakan Aplikasi PQM For Windows 3

Linear programming atau pemrograman linear pada PQM merupakan cara yang sering digunakan untuk menentukan tujuan-tujuan matematis berkaitan dengan maksimalisasi dan minimalisasi, dimana untuk mencapai tujuan ini selalu terdapat hambatan (*constraints*) berupa keterbatasan sumberdaya. Tujuan maksimalisasi biasanya ditujukan untuk mencari profit maksimum yang bisa didapatkan dengan mengalokasikan sumberdaya pada penggunaan yang optimum. Sedangkan fungsi minimalisasi biasanya digunakan untuk meminimumkan biaya produksi yang ada. Sering terdapat bentrok antara kepentingan untuk meminimumkan biaya atau memaksimumkan profit pada realitanya, namun semua itu bergantung pada berbagai pertimbangan manajerial lainnya.

Sesuai dengan nama metodenya, pemrograman ini hanya dapat dilakukan untuk persamaan-persamaan linear, selain itu pemrograman ini tidak dapat dilakukan tanpa adanya syarat-syarat. Dalam menggunakan aplikasi pemrograman linear PQM *For Windows Version 3* diperlukan adanya :

1. Adanya variabel keputusan yang dinyatakan dalam simbol matematis dan variabel keputusan ini tidak berupa nilai negatif;
2. Adanya fungsi tujuan dari variabel keputusan yang menggambarkan kriteria pilihan terbaik.
3. Fungsi ini harus dibuat dalam suatu sel fungsi linier yang dapat berupa maksimum atau minimum;
4. Adanya kendala sumber daya yang dibuat dalam satu set fungsi linier.

Fungsi tujuan biasanya dilambangkan dengan huruf Z. Fungsi ini merupakan fungsi yang ingin dicapai, entah itu untuk dimaksimalkan ataupun diminimalkan tergantung dari tujuannya.

Dalam optimasi waduk Selorejo ini didapatkan fungsi tujuan dan fungsi kendala yang sudah dijelaskan pada subbab sebelumnya. Dengan adanya fungsi tujuan dan fungsi kendala ini

dapat di-input ke aplikasi PQM for Windows version 3 dengan langkah-langkah sebagai berikut :

- a. Buka aplikasi "POM-QM for Windows"
- b. Klik menu "Module" → "Linear Programming"
- c. Klik "File" → "New"
- d. Akan muncul jendela dialog "Create Data Set for Linear Programming"
- e. Pada kolom title silakan diisikan untuk judul analisa yang bersangkutan
- f. Kolom "number of constraints" menunjukkan banyaknya kendala yang ada, dalam kasus ini terdapat 251 kendala, maka rubah nilainya menjadi 251.
- g. Kolom "Number of variables" menunjukkan banyaknya variabel penyusun persamaan kendala optimasi waduk Selorejo, dalam hal ini ada 158 variabel yang menyusun 251 persamaan kendala, yaitu volume PLTA Selorejo, Volume PLTA Siman, Volume PLTA Mendalan, Luas Tanam Padi, Luas Tanam Palawija dan Luas Tanam Tebu yang masing-masing dinotasikan sebagai variabel "VPLTA.x", "VPLTA.y", "VPLTA.z", "LT.PADI", "LT.PALAWIJA", "LT.TEBU", "S", "M", "N" dan "P".
- h. Pada kolom "Objective" pastikan telah ditandai "Maximize" → klik "Ok"
- i. Selanjutnya akan muncul tabel seperti terlihat pada gambar 6.43.
- j. Terlihat simbol "X1", "X2" dan seterusnya, ganti simbol-simbol ini dengan "VPLTA.x", "VPLTA.y", "VPLTA.z", "LT.PADI", "LT.PALAWIJA" dan "LT.TEBU" sebagai variabel yang telah ditentukan sebelumnya.
- k. Pada baris "Maximize" antara perpotongannya dengan kolom "VPLTA.x", "VPLTA.y", "VPLTA.z", "LT.PADI", "LT.PALAWIJA", "LT.TEBU" Isikan masing-masing nilai koefisien pendapatan keuntungan variabel VPLTA.x, VPLTA.y, VPLTA.z, LT.PADI, LT. PALAWIJA, LT. TEBU yang telah ditentukan pada persamaan tujuan (fungsi

tujuan). dikarenakan pada baris "Maximize" merupakan baris fungsi tujuan yang akan dicari. Dengan adanya data yang minim dari PJB sehingga harga koefisien VPLTA dianggap 1. Untuk koefisien LT. PADI, LT. PALAWIJA dan LT. TEBU dianggap 1 juga. Dengan menganggap harga pendapatan keuntungan dengan nilai 1 maka artinya bahwa debit tersebut dibagi dilihat dari memaksimalkan volume air yang dilihat dari intensitas tanam masing-masing PLTA dan irigasi dari waduk Selorejo. Bukan karena dengan adanya maksimal pendapatan keuntungan harga rupiah dari PLTA dan irigasi tersebut.

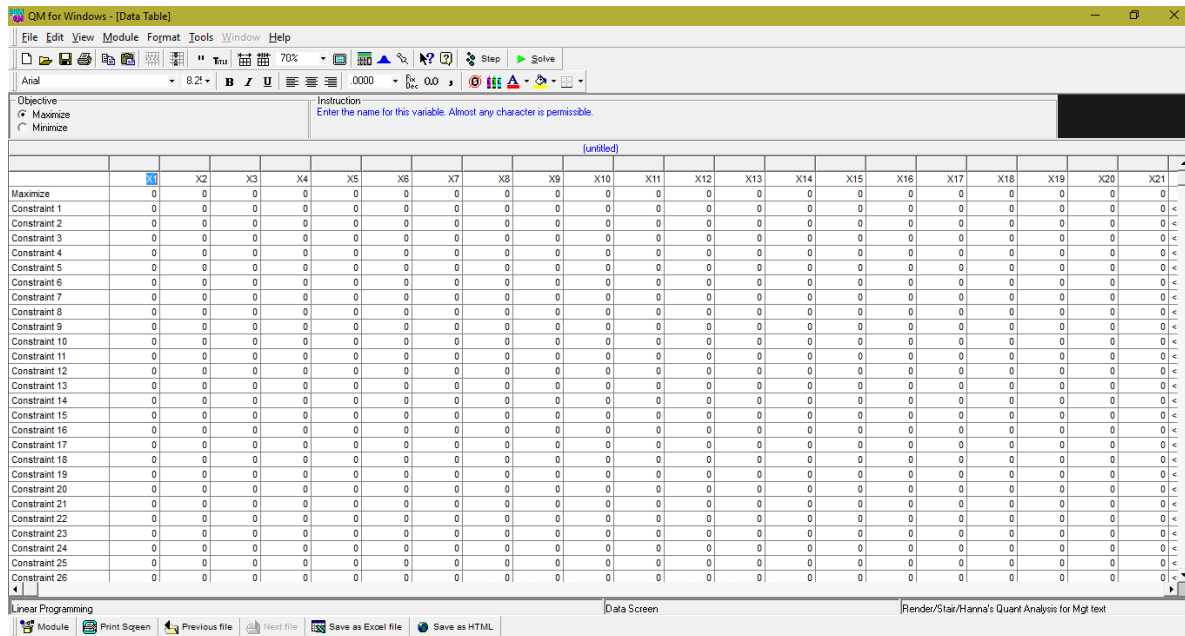
Pada baris bertuliskan "Constraint 1" hingga "Constraint 251" memasukkan koefisiennya masing-masing dari fungsi kendala yang dimana sudah tercantum pada sub bab sebelumnya, dari 1 hingga 158 sesuai dengan kolom variabel fungsi kendala VPLTA.x, VPLTA.y, VPLTA.z, LT.PADI, LT.PALAWIJA, LT. TEBU, S, M, N dan P tadi. Dalam PQM variabel tujuan maksimal 90 sehingga optimasi ini dilakukan 2 bagian file lembar kerja optimasi PQM dimana hasil solusi optimal VPLTAx dan VPLTAy pada bagian 1 dimasukkan ke fungsi kendala bagian file ke 2 dengan hasil proses optimasi VPLTAz, LT. PADI, LT. PALAWIJA, LT. TEBU dalam PQM. Dimana 2 lembar kerja ini fungsi kendala saling berhubungan.

1. Sedangkan pada kolom RHS masukkan nilai maksimum masing-masing yang telah dihitung pada persamaan kendala dan memastikan tanda " \leq ", " \geq " dan " $=$ " terpilih pada tabel yang diisikan. Sehingga persamaan kendala dapat muncul di kolom "Equation Form". Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 6.42.

M10	M11	M12		RHS	Equation form
1	1	1			Max V.PLTA.x.1 + V.PLTA.x.2 + V.PLTA.x.3 +
0	0	0	<=	36529330	V.PLTA.x.1 - S1 <= 3.652933E+07
0	0	0	<=	33971210	V.PLTA.x.2 - S2 <= 3.397121E+07
0	0	0	<=	38270300	V.PLTA.x.3 - S3 <= 3.82703E+07
0	0	0	<=	32995440	V.PLTA.x.4 - S4 <= 3.299544E+07
0	0	0	<=	28548950	V.PLTA.x.5 - S5 <= 2.854895E+07
0	0	0	<=	21313900	V.PLTA.x.6 - S6 <= 2.13139E+07
0	0	0	<=	18842840	V.PLTA.x.7 - S7 <= 1.884284E+07
0	0	0	<=	17394030	V.PLTA.x.8 - S8 <= 1.739403E+07
0	0	0	<=	15861520	V.PLTA.x.9 - S9 <= 1.586152E+07
0	0	0	<=	16997210	V.PLTA.x.10 - S10 <= 1.699721E+07
0	0	0	<=	22641400	V.PLTA.x.11 - S11 <= 2.26414E+07
0	0	0	<=	25184050	V.PLTA.x.12 - S12 <= 2.518405E+07
0	0	0	<=	74398,97	- V.PLTA.x.1 + V.PLTA.y.1 + Q.PLTA.y.1.a +
0	0	0	<=	61559,74	- V.PLTA.x.2 + V.PLTA.y.2 + Q.PLTA.y.2.a +
0	0	0	<=	59444,99	- V.PLTA.x.3 + V.PLTA.y.3 + Q.PLTA.y.3.a +
0	0	0	<=	33903,06	- V.PLTA.x.4 + V.PLTA.y.4 + Q.PLTA.y.4.a +
0	0	0	<=	22706,87	- V.PLTA.x.5 + V.PLTA.y.5 + Q.PLTA.y.5.a +
0	0	0	<=	10195,53	- V.PLTA.x.6 + V.PLTA.y.6 + Q.PLTA.y.6.a +
0	0	0	<=	329,16	- V.PLTA.x.7 + V.PLTA.y.7 + Q.PLTA.y.7.a +
0	0	0	<=	0	- V.PLTA.x.8 + V.PLTA.y.8 + Q.PLTA.y.8.a +
0	0	0	<=	2879,89	- V.PLTA.x.9 + V.PLTA.y.9 + Q.PLTA.y.9.a +
-1	0	0	<=	16020,56	- V.PLTA.x.10 + Q.PLTA.y.10 + Q.PLTA.y.10.a +
0	-1	0	<=	39199,64	- V.PLTA.x.11 + Q.PLTA.y.11 + Q.PLTA.y.11.a +
0	0	-1	<=	41702,57	- V.PLTA.x.12 + Q.PLTA.y.12 + Q.PLTA.y.12.a +
0	0	0	<=	22177150	V.PLTA.x.1 <= 2.217715E+07
0	0	0	>=	0	V.PLTA.x.1 >= 0

Gambar 6.42. Jendela Kolom Equation Form

- m. Klik "Solve" pada pilihan icon yang tersedia.
- n. Hasil akan muncul dan siap untuk diinterpretasikan.



Gambar 6.43. Lembar Kerja PQM

QM for Windows - E:\data TA\Kediri\optimasi bagian 1, solusi 1.lin - [Data Table]

File Edit View Module Format Tools Window Help

Anal 8.25 69% 0.0000 Step Solve

Objective
☒ Maximize
☐ Minimize

Instruction
 Enter the name for this constraint. Almost any character is permissible.

[untitled]

	V.PLTa.x.1	V.PLTa.x.2	V.PLTa.x.3	V.PLTa.x.4	V.PLTa.x.5	V.PLTa.x.6	V.PLTa.x.7	V.PLTa.x.8	V.PLTa.x.9	V.PLTa.x.10	V.PLTa.x.11	V.PLTa.x.12	V.PLTa.y.1	V.PLTa.y.2	V.PLTa.y.3	V.PLTa.y.4	V.PLTa.y.5	V.PLTa.y.6	V.PLTa.y.7	V.PLTa.y.8	V.PLTa.y.9	f
Maximize	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Constraint 1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Constraint 2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Constraint 3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Constraint 4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Constraint 5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Constraint 6	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Constraint 7	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Constraint 8	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Constraint 9	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Constraint 10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Constraint 11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Constraint 12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Constraint 13	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Constraint 14	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Constraint 15	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Constraint 16	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Constraint 17	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Constraint 18	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Constraint 19	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Constraint 20	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Constraint 21	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Constraint 22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Constraint 23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Constraint 24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Constraint 25	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Constraint 26	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

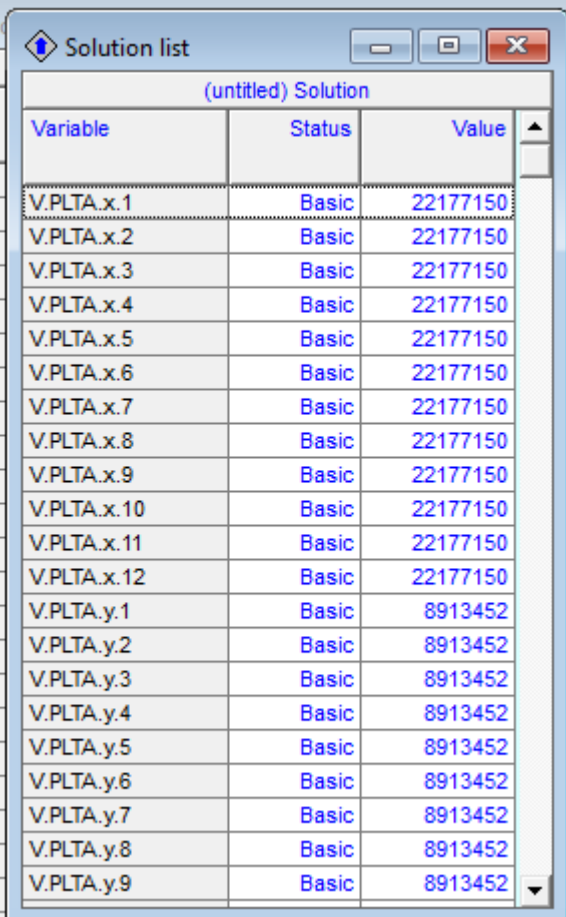
Linear Programming Data Screen Render/Stair/Hanna's Quant Analysis for Mgt text

Module Print Screen Previous file Text file Save as Excel file Save as HTML

Gambar 6.44. Lembar Kerja PQM dengan Pengubahan Nama Kolom

Hasil pengolahan *software* PQM sebelumnya akan mengeluarkan beberapa jendela-jendela. Hasil analisa yang secara *default* dalam kondisi "maximize" yang akan pada berikut ini.

1. Buka jendela "Solution List" akan tampak jendela pada gambar 6.45. seperti berikut.



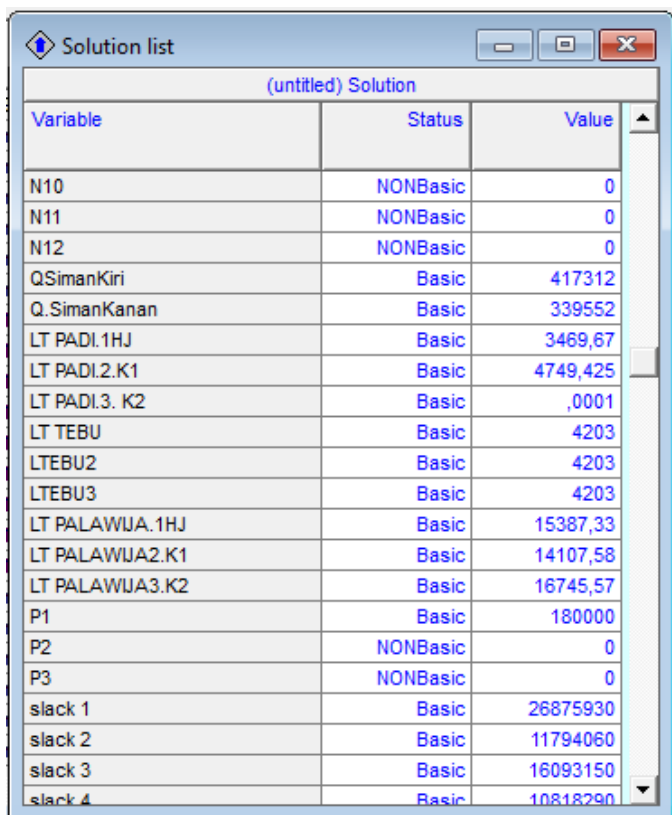
(untitled) Solution		
Variable	Status	Value
V.PLTA.x.1	Basic	22177150
V.PLTA.x.2	Basic	22177150
V.PLTA.x.3	Basic	22177150
V.PLTA.x.4	Basic	22177150
V.PLTA.x.5	Basic	22177150
V.PLTA.x.6	Basic	22177150
V.PLTA.x.7	Basic	22177150
V.PLTA.x.8	Basic	22177150
V.PLTA.x.9	Basic	22177150
V.PLTA.x.10	Basic	22177150
V.PLTA.x.11	Basic	22177150
V.PLTA.x.12	Basic	22177150
V.PLTA.y.1	Basic	8913452
V.PLTA.y.2	Basic	8913452
V.PLTA.y.3	Basic	8913452
V.PLTA.y.4	Basic	8913452
V.PLTA.y.5	Basic	8913452
V.PLTA.y.6	Basic	8913452
V.PLTA.y.7	Basic	8913452
V.PLTA.y.8	Basic	8913452
V.PLTA.y.9	Basic	8913452

Gambar 6.45. Jendela Solution List pada PQM-1

2. Perhatikan nilai-nilai variabel "Solution" pada baris PLTAx.1, PLTAx.2, dst. didapatkan angka 2217750 untuk baris 1 PLTAx.1. Nilai ini merupakan banyaknya volume turbin PLTA Selorejo yang dapat memberikan volume maksimum bagi perusahaan PT. PJB dan pemerintah dalam PLTA dan Irigasi. Dengan ini merupakan volume dalam 1 bulan. Besarnya volume maksimum yang didapatkan menghasilkan profit yang dihasilkan dari kombinasi produksi air dalam turbin untuk PLTA Selorejo, PLTA Mendalan dan PLTA Siman yang mana dilihat pada baris Optimal Value di baris terakhir "Solution", yaitu sebesar $833.794.200\text{m}^3$ dalam setahun. Namun dalam optimasi ini yang ditinjau bukan memaksimalkan volumenya tetapi memaksimalkan intensitas tanam. Untuk lebih jelasnya pada tabel 6.45. s/d 6.49. hasil intensitas tanam pengolahan *software* PQM.

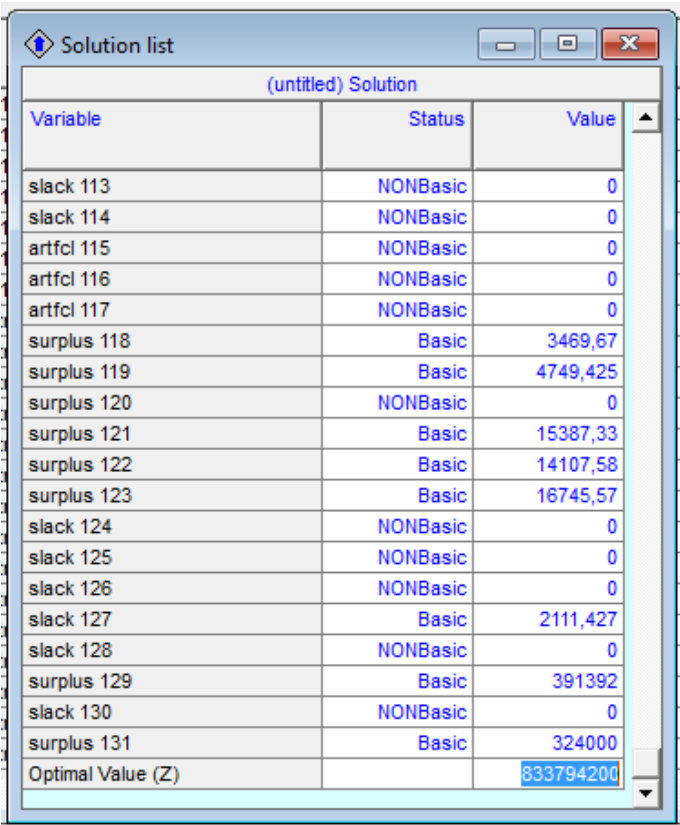
Sehingga adanya jendela solution list pada gambar 6.44. ditemukan debit per bulannya yang tercantum pada tabel 6.43. Dalam tabel tersebut dikonversikan ke debit dalam per bulannya terairi selama 19,2 jam.

Dalam optimasi operasi PLTA Waduk Selorejo ini melakukan analisa optimasi salah satunya pada perhitungan optimasi sebelumnya dimana sesuai aturan dari rencana fungsi kendala yang memakai debit outflow teoritis 80%. Selain itu, dengan melakukan rencana alternatif pemilihan debit maksimum yang dikeluarkan PLTA Selorejo pada optimasi waduk Selorejo yang ditinjau sisi luas tanam irigasi pada hasil solusi PQM dengan debit teoritis PLTA 80% lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 6.44. dan hasil PQM pada gambar 6.46. dan 6.47. berikut.



Variable	Status	Value
N10	NONBasic	0
N11	NONBasic	0
N12	NONBasic	0
QSimanKiri	Basic	417312
Q.SimanKanan	Basic	339552
LT PADI.1HJ	Basic	3469,67
LT PADI.2.K1	Basic	4749,425
LT PADI.3. K2	Basic	,0001
LT TEBU	Basic	4203
LTEBU2	Basic	4203
LTEBU3	Basic	4203
LT PALAWUJA.1HJ	Basic	15387,33
LT PALAWUJA2.K1	Basic	14107,58
LT PALAWUJA3.K2	Basic	16745,57
P1	Basic	180000
P2	NONBasic	0
P3	NONBasic	0
slack 1	Basic	26875930
slack 2	Basic	11794060
slack 3	Basic	16093150
slack 4	Basic	10818290

Gambar 6.46. Jendela Solution List pada PQM-2



Variable	Status	Value
slack 113	NONBasic	0
slack 114	NONBasic	0
artfcl 115	NONBasic	0
artfcl 116	NONBasic	0
artfcl 117	NONBasic	0
surplus 118	Basic	3469,67
surplus 119	Basic	4749,425
surplus 120	NONBasic	0
surplus 121	Basic	15387,33
surplus 122	Basic	14107,58
surplus 123	Basic	16745,57
slack 124	NONBasic	0
slack 125	NONBasic	0
slack 126	NONBasic	0
slack 127	Basic	2111,427
slack 128	NONBasic	0
surplus 129	Basic	391392
slack 130	NONBasic	0
surplus 131	Basic	324000
Optimal Value (Z)		833794200

Gambar 6.47. Jendela Solution List pada PQM-3

6.4. Rencana Eksploitasi Kebutuhan Listrik dan Irigasi

Pada Perhitungan hasil optimasi diatas ditemukan bahwa sehingga dalam dalam perencanaan operasi waduk selorejo melakukan percobaan 4 rencana, yang membedakannya ialah besar debit outflow yang telah ditetapkan sesuai penetapan daya teoritis pada sebelumnya. Untuk lebih jelasnya perhitungan dapat dilihat pada tabel 6.44. rekapitulasi berikut.

Tabel 6.44. Perhitungan Konversi Debit Teoritis dalam Setahun Penuh

Prosentase (Duration Curve)	Koef.	Rencana Debit Outflow	Volume	Operasi Jam per harinya dalam setahun	Rencana Debit Setahun Penuh dengan Jam Tertentu
		(m ³ /dt)	(m ³)	(jam)	(m ³ /dt)
100%	1	1	2592000	24	1
95%	0,95	3	7776000	22,8	3,16
80%	0,8	8,556	22177152	19,2	10,7
60%	0,6	10,38	26904960	14,2	17,54
50%	0,5	11,4615	29708208	12	22,92

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Dengan melakukan percobaan rencana operasi berkali-kali dengan tujuan mencari hasil optimum maksimal luas tanam irigasi pada DI. Siman. Yang dimana sesuai dalam peraturan pengembangan sumber daya air, yang diutamakan dalam pengairan ialah irigasi daripada PLTA.

Dari tabel 6.44 diatas sudah rencana alternatif debit PLTA teorits sesuai pendekatan paling maksimum adalah debit 80%, karena debit teoritis 60% dan 50% melebihi kapasitas debit PLTA maksimum, sehingga yang dapat direncanakan percobaan optimasi sebagai berikut :

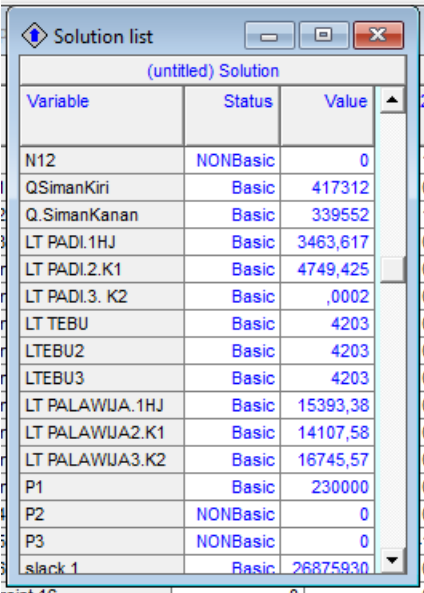
1. Debit 80% 10,7 m³/detik dengan operasi 19,2 jam per harinya dalam setahun
2. Debit 80% 8,556 m³ / detik dengan operasi 24 jam per harinya dalam setahun dengan menutup turbin selama 2 bulan (September dan Oktober)
3. Debit 80% 8,556 m³ / detik dengan operasi 24 jam per harinya dalam setahun dengan menutup turbin selama 2 bulan (Oktober dan November)

- 4. Debit 80% 8,556 m³ / detik dengan operasi 24 jam per harinya dalam setahun dengan menutup turbin selama 2 bulan (November dan Desember)
- 5. Debit 80% 8,556 m³ / detik dengan operasi 24 jam per harinya dalam setahun dengan menutup turbin selama 2 bulan (Desember dan Januari)

Sehingga untuk lebih jelasnya hasil optimum dapat dilihat pada jendela solution PQM pada gambar 6.48. s/d 6.52. dan berikut dengan tabel intensitas tanamnya.

1. Rencana Debit Outflow 80% sebesar 10,7 m³/detik dengan operasi 19,2 jam per harinya dalam setahun

Percobaan rencana alternatif pertama operasi aktif penuh dalam setahun penuh tanpa meng-nonaktifkan debit turbin PLTA Selorejo.



(untitled) Solution		
Variable	Status	Value
N12	NONBasic	0
QSimanKiri	Basic	417312
Q. SimanKanan	Basic	339552
LT PADI.1HJ	Basic	3463,617
LT PADI.2.K1	Basic	4749,425
LT PADI.3. K2	Basic	,0002
LT TEBU	Basic	4203
LTEBU2	Basic	4203
LTEBU3	Basic	4203
LT PALAWIJA.1HJ	Basic	15393,38
LT PALAWIJA2.K1	Basic	14107,58
LT PALAWIJA3.K2	Basic	16745,57
P1	Basic	230000
P2	NONBasic	0
P3	NONBasic	0
slack 1	Basic	26875930

Gambar 6.48. Hasil Solver Luas Tanam pada PQM dengan Rencana-1
(Sumber : Hasil Optimasi dengan PQM For Windows 3.1)

Tabel 6.45. Perhitungsn Intensitas Tanam Rencana-1

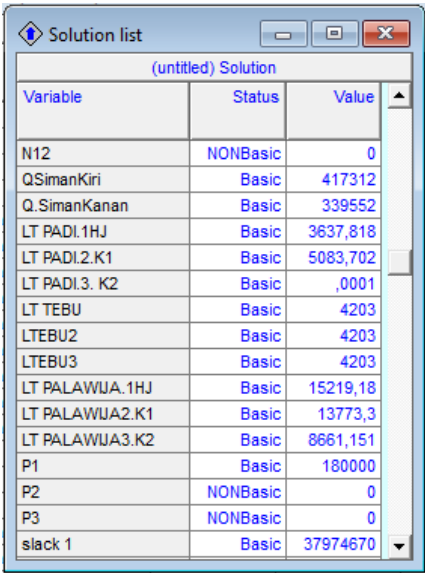
Keterangan	Satuan	Padi	Polowijo	Tebu
MT1	PGI (ha)	3463,62	15393,38	4203,00
	%	15,02	66,75	18,23
Total MT1	%	100,00		
MT2	PGI (ha)	4749,43	14107,58	4203,00
	%	20,60	61,18	18,23
Total MT2	%	100,00		
MT3	PGI (ha)	0,00	16745,57	4203,00
	%	0,00	72,62	18,23
Total MT3	%	90,84		
Intensitas Total	%	290,84		

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Tabel diatas didapatkan intensitas tanam sebesar 290,84%. Dengan debit maksimum PLTA 8,556 m³/dtk dalam operasi jam perharinya sebesar 24 jam menjadi 10,7 m³/dtk dengan opeasi jamnya 19,2 jam setahun penuh.

2. Rencana Debit Outflow 80% sebesar 8,556 m³/detik dengan operasi 24 jam per harinya dalam setahun dengan menutup turbin selama 2 bulan (September dan Oktober)

Selanjutnya melakukan percobaan rencana alternatif kedua dengan mengnon-aktifkan turbin pada Selorejo bulan September dan Oktober.



Variable	Status	Value
N12	NONBasic	0
QSimanKiri	Basic	417312
Q.SimanKanan	Basic	339552
LT PADI.1HJ	Basic	3637,818
LT PADI.2.K1	Basic	5083,702
LT PADI.3. K2	Basic	,0001
LT TEBU	Basic	4203
LTEBU2	Basic	4203
LTEBU3	Basic	4203
LT PALAWUA.1HJ	Basic	15219,18
LT PALAWUA2.K1	Basic	13773,3
LT PALAWUA3.K2	Basic	8661,151
P1	Basic	180000
P2	NONBasic	0
P3	NONBasic	0
slack 1	Basic	37974670

Gambar 6.49. Hasil Solver Luas Tanam pada PQM dengan Rencana-2
(Sumber : Hasil Optimasi dengan PQM For Windows 3.1)

Tabel 6.46. Perhitungsn Intensitas Tanam Rencana-2

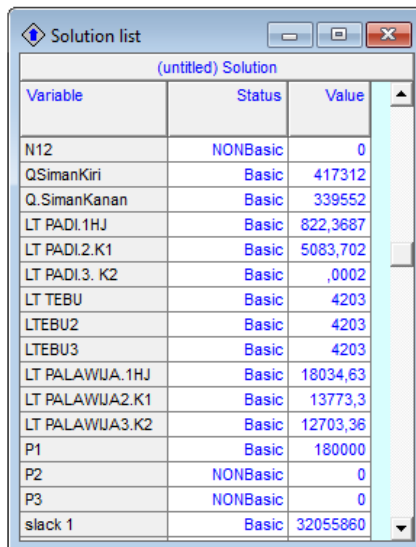
Keterangan	Satuan	Padi	Polowijo	Tebu
MT1	PGI (ha)	3637,82	15219,18	4203,00
	%	15,78	66,00	18,23
Total MT1	%	100,00		
MT2	PGI (ha)	5083,70	13773,30	4203,00
	%	22,05	59,73	18,23
Total MT2	%	100,00		
MT3	PGI (ha)	0,00	8661,15	4203,00
	%	0,00	37,56	18,23
Total MT3	%	55,79		
Intensitas Total	%	255,79		

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Tabel diatas didapatkan intensitas tanam sebesar 255,79 %. Dengan debit maksimum PLTA 8,556 m³/dtk dalam operasi jam perharinya sebesar 24 jam dengan mengnon-aktifkan operasi bulan Agustus-September.

3. Rencana Debit Outflow 80% sebesar 8,556 m³/detik dengan operasi 24 jam per harinya dalam setahun dengan menutup turbin selama 2 bulan (Oktober dan November)

Selanjutnya melakukan percobaan rencana alternatif ke-tiga dengan mengnon-aktifkan turbin pada Selorejo bulan Oktober dan November.



Variable	Status	Value
N12	NONBasic	0
QSimanKiri	Basic	417312
Q. SimanKanan	Basic	339552
LT PADI.1HJ	Basic	822,3687
LT PADI.2.K1	Basic	5083,702
LT PADI.3. K2	Basic	,0002
LT TEBU	Basic	4203
LTEBU2	Basic	4203
LTEBU3	Basic	4203
LT PALAWUA.1HJ	Basic	18034,63
LT PALAWUA2.K1	Basic	13773,3
LT PALAWUA3.K2	Basic	12703,36
P1	Basic	180000
P2	NONBasic	0
P3	NONBasic	0
slack 1	Basic	32055860

Gambar 6.50. Hasil Solver Luas Tanam pada PQM dengan Rencana-3
(Sumber : Hasil Optimasi dengan PQM For Windows 3.1)

Tabel 6.47. Perhitungsn Intensitas Tanam Rencana-3

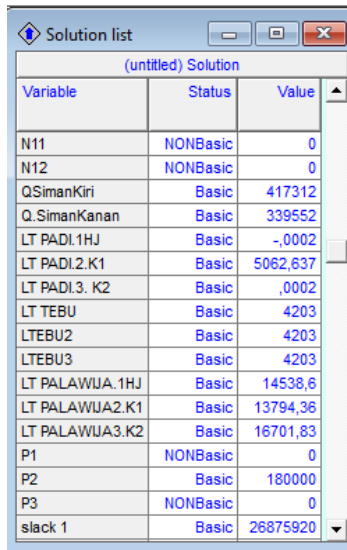
Keterangan	Satuan	Padi	Polowijo	Tebu
MT1	PGI (ha)	822,37	18034,63	4203,00
	%	3,57	78,21	18,23
Total MT1	%	100,00		
MT2	PGI (ha)	5083,70	13773,30	4203,00
	%	22,05	59,73	18,23
Total MT2	%	100,00		
MT3	PGI (ha)	0,00	12703,36	4203,00
	%	0,00	55,09	18,23
Total MT3	%	73,31		
Intensitas Total	%	273,31		

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Tabel diatas didapatkan intensitas tanam sebesar 273,31 %. Dengan debit maksimum PLTA 8,556 m³/dtk dalam operasi jam perharinya sebesar 24 jam dengan mengnon-aktifkan operasi bulan Oktober dan November.

4. Rencana Debit Outflow 80% sebesar 8,556 m³/detik dengan operasi 24 jam per harinya dalam setahun dengan menutup turbin selama 2 bulan (November dan Desember)

Selanjutnya melakukan percobaan rencana alternatif ke-empat dengan mengnon-aktifkan turbin pada Selorejo bulan November dan Desember.



Variable	Status	Value
N11	NONBasic	0
N12	NONBasic	0
QSimanKiri	Basic	417312
Q.SimanKanan	Basic	339552
LT PADI.1HJ	Basic	-,0002
LT PADI.2.K1	Basic	5062,637
LT PADI.3. K2	Basic	,0002
LT TEBU	Basic	4203
LTEBU2	Basic	4203
LTEBU3	Basic	4203
LT PALAWUA.1HJ	Basic	14538,6
LT PALAWUA2.K1	Basic	13794,36
LT PALAWUA3.K2	Basic	16701,83
P1	NONBasic	0
P2	Basic	180000
P3	NONBasic	0
slack 1	Basic	26875920

Gambar 6.51. Hasil Solver Luas Tanam pada PQM dengan Rencana-4
(Sumber : Hasil Optimasi dengan PQM For Windows 3.1)

Tabel 6.48. Perhitungsn Intensitas Tanam Rencana-4

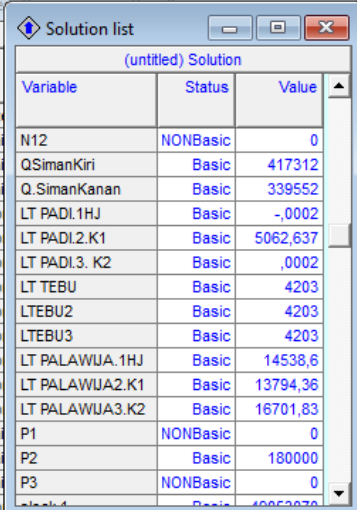
Keterangan	Satuan	Padi	Polowijo	Tebu
MT1	PGI (ha)	0,00	14538,60	4203,00
	%	0,00	63,05	18,23
Total MT1	%	81,27		
MT2	PGI (ha)	5062,64	13794,36	4203,00
	%	21,95	59,82	18,23
Total MT2	%	100,00		
MT3	PGI (ha)	0,00	16701,83	4203,00
	%	0,00	72,43	18,23
Total MT3	%	90,65		
Intensitas Total	%	271,93		

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Tabel diatas didapatkan intensitas tanam sebesar 271,93 %. Dengan debit maksimum PLTA 8,556 m³/dtk dalam operasi jam perharinya sebesar 24 jam dengan mengnon-aktifkan operasi bulan November dan Desember.

5. Rencana Debit Outflow 80% sebesar 8,556 m³/detik dengan operasi 24 jam per harinya dalam setahun dengan menutup turbin selama 2 bulan (Desember dan Januari)

Selanjutnya melakukan percobaan rencana alternatif ke-lima dengan mengnon-aktifkan turbin pada Selorejo bulan Desember dan Januari.



Variable	Status	Value
N12	NONBasic	0
QSimanKiri	Basic	417312
Q.SimanKanan	Basic	339552
LT PADI.1HJ	Basic	-,0002
LT PADI.2.K1	Basic	5062,637
LT PADI.3. K2	Basic	,0002
LT TEBU	Basic	4203
LTEBU2	Basic	4203
LTEBU3	Basic	4203
LT PALAWUA.1HJ	Basic	14538,6
LT PALAWUA2.K1	Basic	13794,36
LT PALAWUA3.K2	Basic	16701,83
P1	NONBasic	0
P2	Basic	180000
P3	NONBasic	0

Gambar 6.52. Hasil Solver Luas Tanam pada PQM dengan Rencana-5
(Sumber : Hasil Optimasi dengan PQM For Windows 3.1)

Tabel 6.49. Perhitungan Intensitas Tanam Rencana-5

Keterangan	Satuan	Padi	Polowijo	Tebu
MT1	PGI (ha)	0,00	14538,60	4203,00
	%	0,00	63,05	18,23
Total MT1	%	81,27		
MT2	PGI (ha)	5062,64	13794,36	4203,00
	%	21,95	59,82	18,23
Total MT2	%	100,00		
MT3	PGI (ha)	0,00	16701,83	4203,00
	%	0,00	72,43	18,23
Total MT3	%	90,65		
Intensitas Total	%	271,93		

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Tabel diatas didapatkan intensitas tanam sebesar 271,93 % sama dengan percobaan rencana sebelumnya. Dengan debit maksimum PLTA 8,556 m³/dtk dalam operasi jam perharinya sebesar 24 jam dengan mengnon-aktifkan operasi bulan Desember dan Januari.

Masing-masing rencana debit PLTA teoritis diatas nilai energi listrik dalam setahun sama tapi rencana tersebut juga mempunyai perbedaan dilihat dari jam operasinya dan aktif atau tidaknya turbin PLTA Selorejo pada bulan tertentu.

Sehingga dari banyaknya percobaan rencana alternatif diatas didapatkan tujuan intensitas tanam yang paling besar yang ditemukan rencana solusi terbaik sebagai yaitu solusi 1, Rencana debit outflow 80% sebesar 10,7 m³ /detik dengan operasi 19,2 jam per harinya dalam setahun dengan intensitas tanam paling besar sebesar 290,84%.

6.4.1. Hasil Rencana Eksploitasi Kebutuhan Listrik

Perhitungan listrik didapatkan dari hasil optimasi yang terpilih yaitu optimasi yang ditinjau dari dengan intensitas tanam.

Dalam rencana eksploitasi setelah dioptimasi ditemukan 2 solusi, maka dilakukan perhitungan debit turbin air pada kebutuhan listrik untuk masing-masing PLTA. Berikut adalah volume turbin air untuk masing-masing PLTA yang sebagaimana terdapat pada tabel 6.51. dimana hasil optimasi turbin pada PLTA Siman dan PLTA Mendalan masih ada yang kosong dengan hal itu maka dilakukan penjadwalan rotasi turbin per bulannya. Untuk hasil rotasi dapat dilihat pada tabel 6.52. dan selanjut dikonversikan menjadi daya listrik dan energi listrik yang dimana dapat dilihat pada tabel 6.54 dan 6.55.

Dengan adanya hasil optimasi kebutuhan listrik pada analisa sebelumnya, maka dibandingkan dengan tahun realisasi Selorejo 2016 dan terlihat lebih kecil. Sehingga dengan adanya hal itu, rencana pola operasi kebutuhan listrik pada rencana dapat dikatakan telah berkurang dari operasi realisasi tahun 2016. Diitemukan bahwa pada PLTA Selorejo, PLTA Mendalan dan PLTA Siman debit yang dihasilkan sangat minim disebabkan karena adanya kapasitas efektif yang semakin menurun yang dari pengukuran waduk Selorejo tahun 2014 sebesar 54.600.000 m³ turun menjadi 33.000.000 m³ dikarenakan adanya perubahan iklim dan sedimentasi yang akan pastinya menyebabkan daya menjadi turun.

Dari hasil rencana operasi turbin PLTA Siman dan Mendalan dilakukan rotasi turbin yang dimana ada fase istirahat pada turbin, agar dengan adanya fase istirahat ini dapat dilakukan perawatan pipa pesat maupun turbin sehingga kinerja pemenuhan energi listrik dapat terpenuhi secara maksimal dan efisien. Selain itu juga dibandingkan per turbin dalam PLTA Siman dan Mendalan.

Dengan adanya hasil optimasi yang maksimal sehingga untuk menghitung rencana alokasi air per periode 10 harinya

dengan elevasi akhir waduk dapat dilihat pada lampiran yang sesuai rumus perhitungan konversi debit ke daya dan energi listrik masing-masing PLTA dengan data tinggi terjun dan debit inflow yang telah dijelaskan pada bab 4 sebelumnya tentang perhitungan debit PLTA. Untuk perhitungan elevasi dapat dilihat tabel 6.56. dan hasil fluktuasi elevasi akhir muka air waduk dengan keterangan langkah-langkah perhitungan penentuan elevasi akhir untuk waduk Selorejo sebagai berikut :

Catatan Kolom Tabel Pola Operasi PLTA Selorejo

1. Bulan dan Dekade
2. Volume Inflow → didapat dari debit data terakhir waduk Selorejo yaitu tahun 2015
3. Volume Outflow PLTA Selorejo
4. Evaporasi →
5. Storage → Vol. Inflow (2) – Volume Outflow (3) – Evaporasi(4)
5. Storage Kumulatif → Vol.Efektif Awal + Storage (5)
6. Elevasi →

Dalam penentuan elevasi diperlukan adanya hasil perhitungan kapasitas yang telah dianalisa pada bab sebelumnya seperti pada tabel 6.50.

Tabel 6.50. Hasil Perhitungan Kapasitas Lengkung

H	Volume
Elevasi	Kumulatif
(m)	(x 10⁶ m³)
585	0,00
610	22,50
615	32,25
620	52,00
625	66,50

(Sumber : Hasil Perhitungan)

sebelumnya hanya berubah nilai luas tanam awal tanamnya saja. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pola tanam untuk bagian wilayah Kab. Jombang (Pintu K. Lemurung) pada tabel 6.60.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

Tabel 6.51. Hasil Optimasi Kebutuhan Air untuk Turbin PLTA dalam Volume (m³)

	Satuan	Musim Hujan		Musim Kemarau 1				Musim Kemarau 2				Musim Hujan	
		Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agu	Sep	Okt	Nov	Des
PLTA Selorejo													
Turbin 1 kap 4,5 MW	m ³	22177150	22177150	22177150	22177150	22177150	22177150	22177150	22177150	22177150	22177150	22177150	22177150
Jumlah	m ³	22177150	22177150	22177150	22177150	22177150	22177150	22177150	22177150	22177150	22177150	22177150	22177150
PLTA Mendalan													
Turbin 1 kap 5,6 MW	m ³	8913452	8913452	8913452	8913452	8913452	8913452	8913452	8913452	8913452	8913452	8913452	8913452
Turbin 2 5,8 MW	m ³	9231790	9231790	9231790	9231790	9231790	9231790	9231790	9231790	9231790	9231790	9231790	9231790
Turbin 3 5,8 MW	m ³	4246309	4091355	4091355	4065813	4054617	4042106	4032239	4031910	4034790	4047931	4071110	4073613
Turbin 4 5,8 MW	m ³	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Jumlah	m ³	22391551	22236597	22236597	22211055	22199859	22187348	22177481	22177152	22180032	22193173	22216352	22218855
PLTA Siman													
Turbin 1 kap 3,6 MW	m ³	11350750	11350750	11350750	11350750	11350750	11350750	11350750	11350750	11350750	11350750	11350750	11350750
Turbin 2 kap 3,6 MW	m ³	11055440	10897820	108977320	10866660	10853140	10838140	10826730	10826400	10829280	10845090	10873050	10776140
Turbin 3 kap 3,6 MW	m ³	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Jumlah	m ³	22406190	22248570	120328070	22217410	22203890	22188890	22177480	22177150	22180030	22195840	22223800	22126890

(Sumber : Hasil Optimasi dengan PQM For Windows 3.1)

Tabel 6.52. Hasil Optimasi Rotasi Kebutuhan Turbin Air untuk PLTA dalam Volume (m³)

	Satuan	Musim Hujan		Musim Kemarau 1				Musim Kemarau 2				Musim Hujan	
		Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agu	Sep	Okt	Nov	Des
PLTA Selorejo													
Turbin 1 kap 4,5 MW	m ³	22177150	22177150	22177150	22177150	22177150	22177150	22177150	22177150	22177150	22177150	22177150	22177150
Jumlah	m ³	22177150	22177150	22177150	22177150	22177150	22177150	22177150	22177150	22177150	22177150	22177150	22177150
PLTA Mendalan													
Turbin 1 kap 5,6 MW	m ³	8913452	8913452	0	8913452	8913452	0	8913452	8913452	0	8913452	8913452	0
Turbin 2 5,8 MW	m ³	9231790	0	8913452	9231790	0	8913452	9231790	0	8913452	9231790	0	8913452
Turbin 3 5,8 MW	m ³	4246309	9231790	9231790	4065813	9231790	9231790	4032239	9231790	9231790	4047931	9231790	9231790
Turbin 4 5,8 MW	m ³	0	4091355	4091355	0	4054617	4042106	0	4031910	4034790	0	4071110	4073613
Jumlah	m ³	22391551	22236597	22236597	22211055	22199859	22187348	22177481	22177152	22180032	22193173	22216352	22218855
PLTA Siman													
Turbin 1 kap 3,6 MW	m ³	11350750	0	11350750	11350750	0	11350750	11350750	0	11350750	11350750	0	11350750
Turbin 2 kap 3,6 MW	m ³	11055440	11350750	0	10866660	11350750	0	10826730	11350750	0	10845090	11350750	0
Turbin 3 kap 3,6 MW	m ³	0	10897820	108977320	0	10853140	10838140	0	10826400	10829280	0	10873050	10776140
Jumlah	m ³	22406190	22248570	120328070	22217410	22203890	22188890	22177480	22177150	22180030	22195840	22223800	22126890

(Sumber : Hasil Optimasi dengan PQM For Windows 3.1)

Tabel 6.53. Hasil Optimasi Debit Air yang Masuk Turbin PLTA

	Satuan	Musim Hujan		Musim Kemarau 1				Musim Kemarau 2				Musim Hujan	
		Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agu	Sep	Okt	Nov	Des
PLTA Selorejo													
Turbin 1 kap 4,5 MW	m ³ /s	10,35	11,46	10,35	10,69	10,35	10,69	10,35	10,35	10,69	10,35	10,69	10,35
Jumlah	m ³ /s	10,35	11,46	10,35	10,69	10,35	10,69	10,35	10,35	10,69	10,35	10,69	10,35
PLTA Mendalan													
Turbin 1 kap 5,6 MW	m ³ /s	4,16	4,61	0,00	4,30	4,16	0,00	4,16	4,16	0,00	4,16	4,30	0,00
Turbin 2 kap 5,8 MW	m ³ /s	4,31	0,00	4,16	4,45	0,00	4,30	4,31	0,00	4,30	4,31	0,00	4,16
Turbin 3 kap 5,8 MW	m ³ /s	1,98	4,77	4,31	1,96	4,31	4,45	1,88	4,31	4,45	1,89	4,45	4,31
Turbin 4 kap 5,8 MW	m ³ /s	0,00	2,11	1,91	0,00	1,89	1,95	0,00	1,88	1,95	0,00	1,96	1,90
Jumlah	m ³ /s	10,45	11,49	10,38	10,71	10,36	10,70	10,35	10,35	10,70	10,36	10,71	10,37
PLTA Siman													
Turbin 1 kap 3,6 MW	m ³ /s	5,30	0,00	5,30	5,47	0,00	5,47	5,30	0,00	5,47	5,30	0,00	5,30
Turbin 2 kap 3,6 MW	m ³ /s	5,16	5,86	0,00	5,24	5,30	0,00	5,05	5,30	0,00	5,06	5,47	0,00
Turbin 3 kap 3,6 MW	m ³ /s	0,00	5,63	5,09	0,00	5,07	5,23	0,00	5,05	5,22	0,00	5,24	5,03
Jumlah	m ³ /s	10,46	11,50	10,38	10,71	10,36	10,70	10,35	10,35	10,70	10,36	10,72	10,33

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Tabel 6.54. Hasil Optimasi Operasi Daya Listrik Turbin PLTA

	Satuan	Musim Hujan		Musim Kemarau 1				Musim Kemarau 2				Musim Hujan	
		Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agu	Sep	Okt	Nov	Des
PLTA Selorejo	KW	3127	3462	3127	3231	3127	3231	3127	3127	3231	3127	3231	3127
PLTA Mendalan													
Turbin 1 kap 5,6 MW	KW	6767	7492	0	6993	6767	0	6767	6767	0	6767	6993	0
Turbin 2 kap.5,8 MW	KW	7009	0	6767	7243	0	6993	7009	0	6993	7009	0	6767
Turbin 3 kap 5,8 MW	KW	3224	7760	7009	3190	7009	7243	3061	7009	7243	3073	7243	7009
Turbin 4 kap 5,8 MW	KW	0	3439	3106	0	3078	3171	0	3061	3165	0	3194	3093
Jumlah	KW	17000	18691	16883	17425	16855	17407	16838	16837	17401	16850	17429	16869
PLTA Siman													
Turbin 1 kap 3,6 MW	KW	4355	0	4355	4500	0	4500	4355	0	4500	4355	0	4355
Turbin 2 kap 3,6 MW	KW	4242	4821	0	4308	4355	0	4154	4355	0	4161	4500	0
Turbin 3 kap 3,6 MW	KW	0	4629	4181	0	4164	4297	0	4154	4293	0	4311	4134
Jumlah	KW	8596	9450	8536	8808	8519	8797	8509	8509	8793	8516	8811	8489

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Tabel 6.55. Hasil Optimasi Rotasi Kebutuhan Turbin Air untuk PLTA dalam Volume (m³)

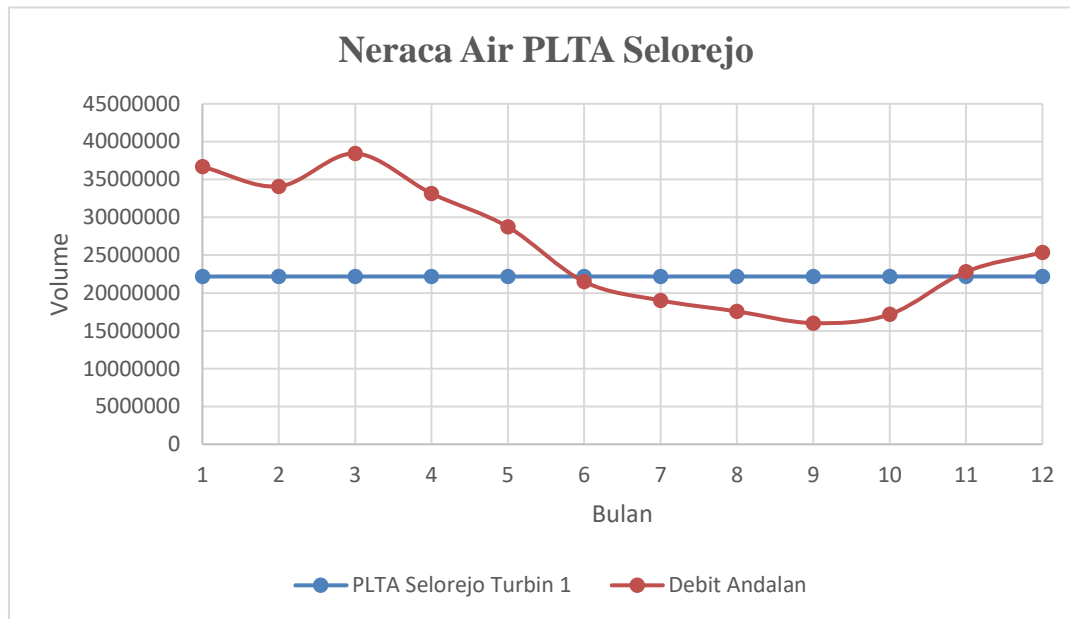
	Satuan	Musim Hujan		Musim Kemarau 1				Musim Kemarau 2				Musim Hujan	
		Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agus	Sep	Okt	Nov	Des
PLTA Selorejo													
Turbin 1 kap 4,5 MW	KWh	1861328	2060756	1861328	1923372	1861328	1923372	1861328	1861328	1923372	1861328	1923372	1861328
Jumlah	KWh	1861328	2060756	1861328	1923372	1861328	1923372	1861328	1861328	1923372	1861328	1923372	1861328
PLTA Mendalan													
Turbin 1 kap 5,6 MW	KWh	4027890	4459450	0	4162153	4027890	0	4027890	4027890	0	4027890	4162153	0
Turbin 2 5,8 MW	KWh	4171743	0	4027890	4310801	0	4162153	4171743	0	4162153	4171743	0	4027890
Turbin 3 5,8 MW	KWh	1918860	4618716	4171743	1898539	4171743	4310801	1822124	4171743	4310801	1829215	4310801	4171743
Turbin 4 5,8 MW	KWh	0	2046928	1848838	0	1832236	1887469	0	1821975	1884053	0	1901012	1840820
Jumlah	KWh	10118493	11125093	10048471	10371493	10031870	10360423	10021757	10021609	10357007	10028848	10373967	10040454
PLTA Siman													
Turbin 1 kap 3,6 MW	KWh	2592001	0	2592001	2678401	0	2678401	2592001	0	2678401	2592001	0	2592001
Turbin 2 kap 3,6 MW	KWh	2524565	2869715	0	2564171	2592001	0	2472338	2592001	0	2476531	2678401	0
Turbin 3 kap 3,6 MW	KWh	0	2755204	2488458	0	2478369	2557442	0	2472263	2555351	0	2565679	2460785
Jumlah	KWh	5116566	5624919	5080458	5242572	5070369	5235842	5064338	5064263	5233751	5068531	5244080	5052786

(Sumber : Hasil Perhitungan)

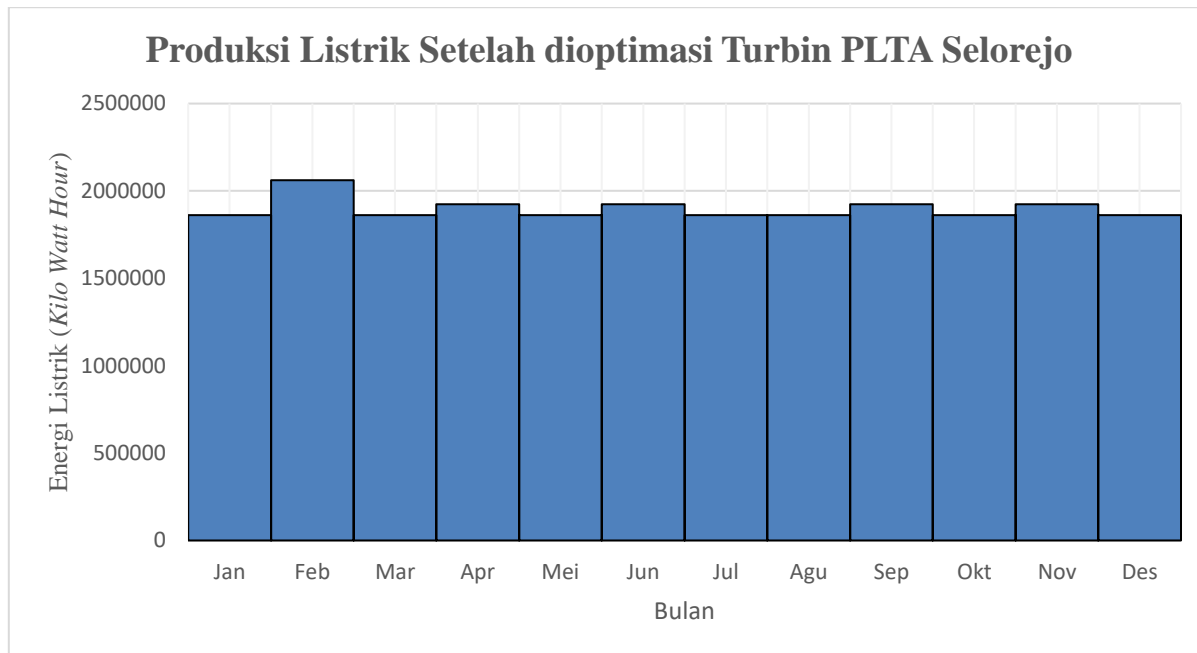
Catatan :

Pada hasil produksi listrik diatas operasi jam per turbin pada PLTA Selorejo, Mendalan dan Siman direncanakan sebesar 19,2 jam, sehingga perhitungan produksi listriknya = Operasi Daya Listrik (KW) x 19,2 jam x jumlah hari per bulan

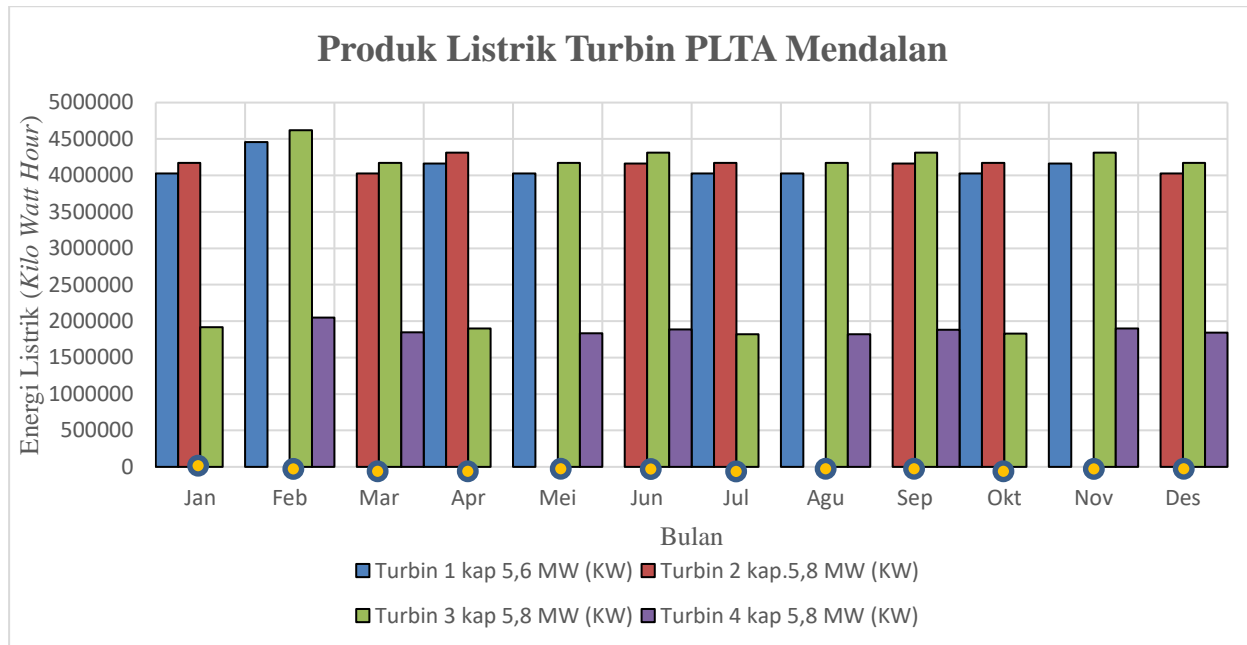
“Halaman ini sengaja dikosongkan”



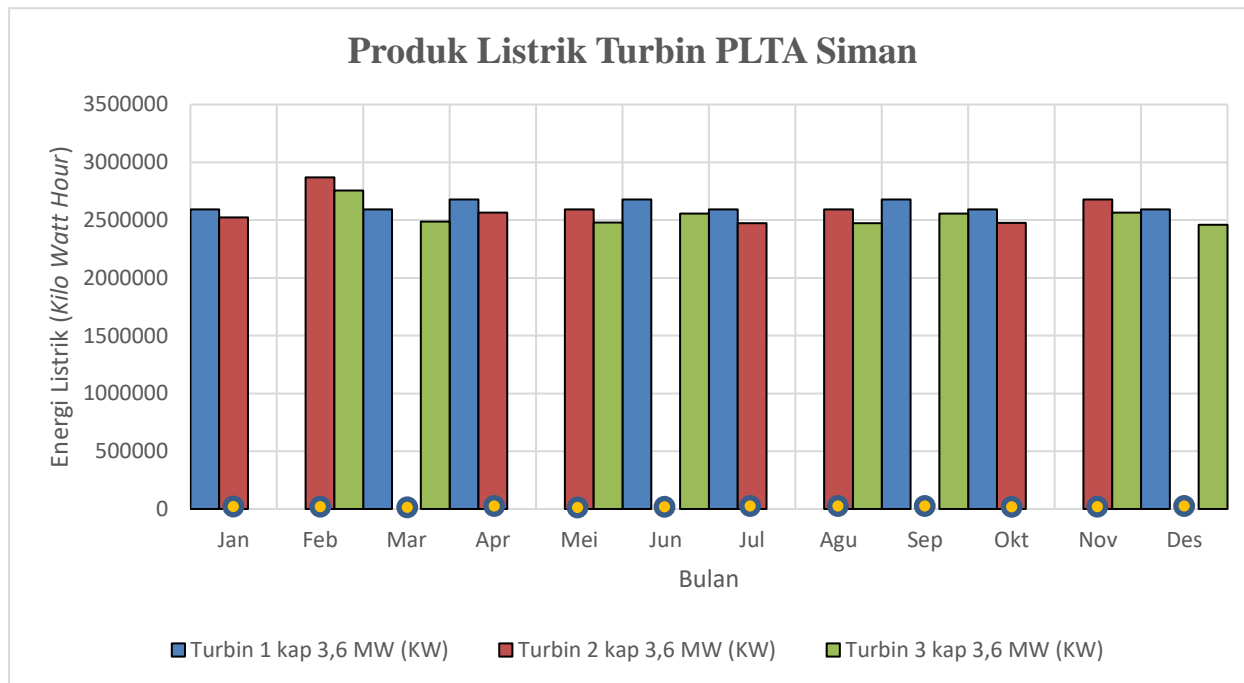
Gambar 6.53. Neraca Air PLTA Selorejo
(Sumber : Hasil Perhitungan)



Gambar 6.54. Grafik Produk Listrik pada Turbin PLTA Selorejo
(Sumber : Hasil Perhitungan)



Gambar 6.55. Grafik Produksi Listrik Turbin PLTA Mendalan
(Sumber : Hasil Perhitungan)



Gambar 6.56. Grafik Produksi Listrik Turbin PLTA Siman
(Sumber : Hasil Perhitungan)

Tabel 6.56. Rencana Perhitungan Penentuan Elevasi Akhir Muka Air Waduk Selorejo

BLN/DKD		Volume Inflow	Volume Outflow	Evaporasi	Storage	Storage Kumalatif	Elevasi Akhir Muka Air
		(m ³)	(m ³)	(x 10 ⁶ m ³)	(m ³)	(m ³)	(m)
1		2	3	4	5	6	7
DES	1	8.182.080	9.002.533	0,0601	-820.453	32409547,47	615,04
	2	8.182.080	9.002.533	0,0601	-820.453	31589094,95	614,83
	3	8.182.080	9.002.533	0,0601	-820.453	30768642,42	614,62
JAN	1	11.836.800	8.997.299	0,0549	2.839.501	33608143,23	615,34
	2	11.836.800	8.997.299	0,0549	2.839.501	36447644,03	616,06
	3	11.836.800	8.997.299	0,0549	2.839.501	39287144,84	616,78
FEB	1	12.173.760	9.938.947	0,0384	2.234.813	41521958,11	617,35
	2	12.173.760	9.938.947	0,0384	2.234.813	43756771,39	617,91
	3	12.173.760	9.938.947	0,0384	2.234.813	45991584,66	618,48
MAR	1	12.398.400	8.997.299	0,0549	3.401.101	49392685,47	619,34
	2	12.398.400	8.997.299	0,0549	3.401.101	52793786,27	620,20
	3	12.398.400	8.997.299	0,0549	3.401.101	56194887,08	621,06

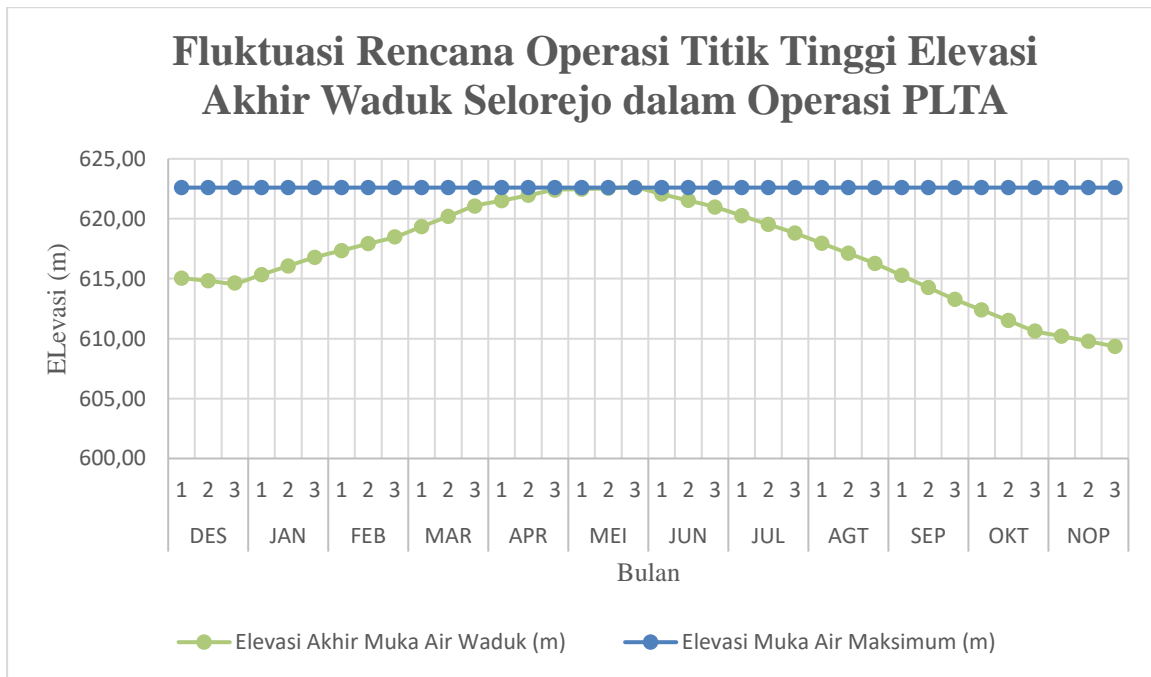
Tabel 6.56. Rencana Perhitungan Penentuan Elevasi Akhir Muka Air Waduk Selorejo (Lanjutan)

BLN/DKD		Volume Inflow	Volume Outflow	Evaporasi	Storage	Storage Kumulatif	Elevasi Akhir Muka Air
		(m³)	(m³)	(x 10⁶ m³)	(m³)	(m³)	(m)
1		2	3	4	5	6	7
APR	1	11.050.560	9.292.546	0,0521	1.758.014	57952901,25	621,51
	2	11.050.560	9.292.546	0,0521	1.758.014	59710915,41	621,95
	3	11.050.560	9.292.546	0,0521	1.758.014	61468929,58	622,40
MEI	1	9.270.720	9.005.833	0,0634	264.887	61733817,05	622,47
	2	9.270.720	9.005.833	0,0634	264.887	61998704,53	622,53
	3	9.270.720	9.005.833	0,0634	264.887	62263592,00	622,60
JUN	1	7.162.560	9.298.413	0,0579	-2.135.853	60127739,50	622,06
	2	7.162.560	9.298.413	0,0579	-2.135.853	57991887,00	621,52
	3	7.162.560	9.298.413	0,0579	-2.135.853	55856034,50	620,98
JUL	1	6.134.400	9.000.333	0,0579	-2.865.933	52990101,97	620,25
	2	6.134.400	9.000.333	0,0579	-2.865.933	50124169,45	619,53
	3	6.134.400	9.000.333	0,0579	-2.865.933	47258236,92	618,80

Tabel 6.56. Rencana Perhitungan Penentuan Elevasi Akhir Muka Air Waduk Selorejo (Lanjutan)

BLN/DKD		Volume Inflow	Volume Outflow	Evaporasi	Storage	Storage Kumulatif	Elevasi Akhir Muka Air
		(m ³)	(m ³)	(x 10 ⁶ m ³)	(m ³)	(m ³)	(m)
1		2	3	4	5	6	7
AGT	1	5.667.840	9.001.166	0,0588	-3.333.326	43924911,06	617,96
	2	5.667.840	9.001.166	0,0588	-3.333.326	40591585,20	617,11
	3	5.667.840	9.001.166	0,0588	-3.333.326	37258259,34	616,27
SEP	1	5.339.520	9.292.813	0,0523	-3.953.293	33304966,84	615,27
	2	5.339.520	9.292.813	0,0523	-3.953.293	29351674,34	614,27
	3	5.339.520	9.292.813	0,0523	-3.953.293	25398381,84	613,27
OKT	1	5.538.240	8.999.499	0,0571	-3.461.259	21937122,64	612,39
	2	5.538.240	8.999.499	0,0571	-3.461.259	18475863,45	611,51
	3	5.538.240	8.999.499	0,0571	-3.461.259	15014604,26	610,64
NOP	1	7.603.200	9.296.546	0,0561	-1.693.346	13321258,42	610,21
	2	7.603.200	9.296.546	0,0561	-1.693.346	11627912,59	609,78
	3	7.603.200	9.296.546	0,0561	-1.693.346	9934566,76	609,35

(Sumber : Hasil Perhitungan)



Gambar 6.57. Grafik Fluktuasi Rencana Operasi Waduk Selorejo
(Sumber : Hasil Perhitungan)

Tabel 6.57. Perhitungan Rencana Eksploitasi Global DI. Siman untuk Kab. Kediri (K. Serinjing dan Siman II)

Awal Tanam Bulan	Luas Tanam (Ha)	Luas Tanaman Total Tiap Tanaman (Ha)	Kebutuhan Air Untuk Tanaman Padi, Palawija dan Tebu (Ltr/det/Ha)												Jenis Komoditas
			Nop	Des	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	
Nop	692,7234	1643	2,37	1,25	0,70	0,19									Padi
Des	0			1,85	1,25	0,49	0,31								
Jan	0				1,69	0,94	0,90	0,45							
Feb	0					1,47	1,12	0,94	0,62						
Mar	949,885						1,80	1,15	1,06	0,61					
Apr	0							1,89	1,27	1,00	0,63				
Mei	0								2,04	1,21	1,07	0,70			
Jun	0									2,01	1,28	1,31	0,79		
Jul	0										2,05	1,52	1,63	0,84	
Agu	0		0,70									2,19	1,97	1,81	
Sep	0	6171	1,69	0,31									2,38	2,03	Palawija (Jagung)
Okt	0		1,92	1,03	0,28									2,49	
Nov	3078,676		0,56	0,44	0,60	0,00									
Des	0			0,13	0,42	0,32	0,00								
Jan	0				0,02	0,21	0,45	0,00							
Feb	0					0,00	0,34	0,48	0,00						
Mar	2821,516						0,08	0,39	0,57	0,00					
Apr	0							0,17	0,49	0,51	0,00				
Mei	0								0,30	0,44	0,58	0,00			
Jun	0									0,27	0,50	0,80	0,00		
Jul	3349,114	840,6									0,30	0,69	1,10	0,00	Tebu
Agu	0		0,00									0,42	0,95	1,26	
Sep	0		1,17	0,00									0,58	1,09	
Okt	0		0,99	0,57	0,00									0,00	
Seluruh Masa Tanam	840,6	840,6	0,66	0,19	0,53	0,34	0,47	0,47	0,54	0,49	0,55	0,76	0,80	0,69	

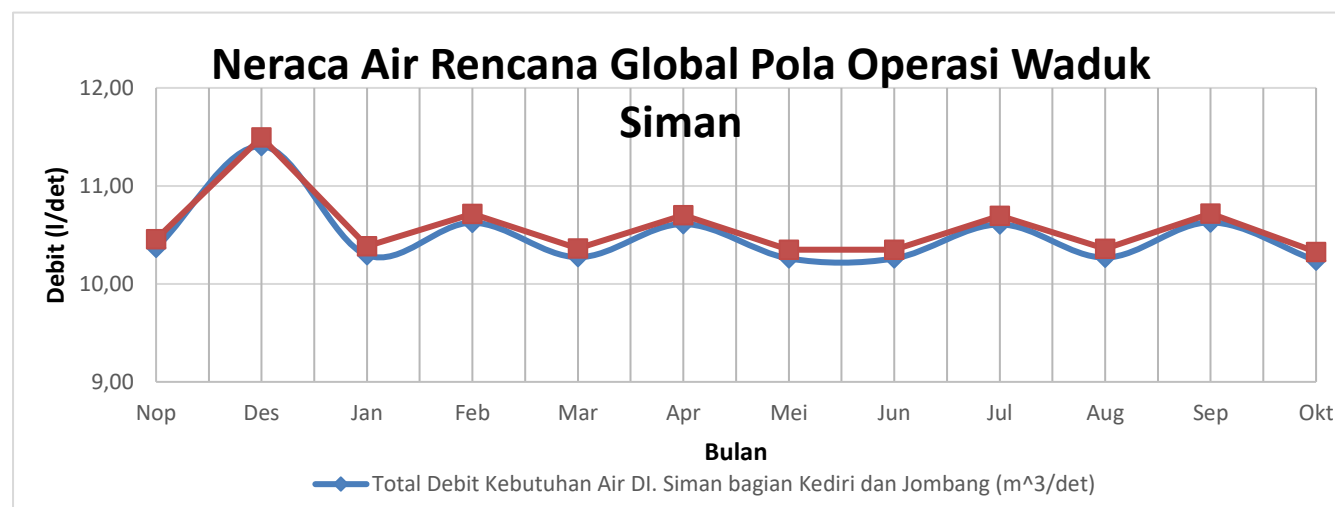
No.	Bulan	Keterangan	Nop	Des	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt
1	Luas Total (Ha)	1=2+3+4	4611,999	4611,999	4611,999	4611,999	4612,001	4612,001	4612,001	4612,001	4189,714	4189,714	4189,714	4189,714
2	Luas Tanam Padi (Ha)		692,723	692,723	692,723	692,723	949,885	949,885	949,885	949,885	0,000	0,000	0,000	0,000
3	Luas Tanam Palawija (Ha)		3079	3079	3079	3079	2822	2822	2822	2822	3349	3349	3349	3349
4	Luas Tanam Tebu (Ha)		840,600	840,600	840,600	840,600	840,600	840,600	840,600	840,600	840,600	840,600	840,600	840,600
5	Debit Kebutuhan (L/det)	$5 = \sum (\text{keb.air} \times \text{luas tanam}) + \dots + (\text{keb.air} \times \text{luas tanam})_{n+1}$	3900,732	2388,213	2775,012	418,815	2335,920	2579,697	3059,068	985,029	1478,996	2953,150	4360,853	576,022
6	Debit Kebutuhan (m ³ /det)	$6 = 5 / (1000)$	3,90073181	2,388213028	2,77501164	0,4188146	2,33592034	2,57969726	3,059067753	0,985028668	1,47899565	2,95315017	4,36085275	0,576021986
7	Debit Intake (m ³ /det) (PLTA Siman)	hasil dari optimasi	10,46	11,50	10,38	10,71	10,36	10,70	10,35	10,35	10,70	10,36	10,72	10,33
8	Sisa Debit ketersediaan untuk Jombang Sebelum dikurangi Storage	$8 = (7 - 6)$	6,56	9,11	7,61	10,30	8,03	8,12	7,29	9,36	9,22	7,41	6,36	9,75
9	Storage Waduk Siman (230.000 m ³)	$(230000) / (\text{hari} \times 24 \times 3600)$	0,086	0,095	0,086	0,089	0,086	0,089	0,086	0,089	0,086	0,086	0,089	0,086
10	Sisa Debit ketersediaan untuk Jombang Sesudah dikurangi Storage Waduk Siman	$10 = 8 - 9$	6,47	9,01	7,52	10,21	7,94	8,03	7,21	9,28	9,13	7,32	6,27	9,66
11	Pintu K. Serinjing dan Siman (Kab. Kediri)	11=6	3,90	2,39	2,78	0,42	2,34	2,58	3,06	0,99	1,48	2,95	4,36	0,58
12	Pintu K. Lemurung (Kab. Jombang)	12=10	6,47	9,01	7,52	10,21	7,94	8,03	7,21	9,28	9,13	7,32	6,27	9,66
13	Total Debit Kebutuhan Air DI. Siman bagian Kediri dan Jombang (m ³ /det)	$13 = 12 + 11$	10,37	11,40	10,30	10,63	10,28	10,61	10,26	10,26	10,61	10,27	10,63	10,24
14	Waterbalance	$14 = 7 - 13$	0,09	0,10	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Tabel 6.58. Rencana Pola Tata Tanam DI. Siman untuk Kabupaten Kediri (K. Serinjing & Siman II)

BULAN		Nop			Des			Jan			Feb			Mar			Apr			Mei			Jun			Jul			Agust			Sep			Okt		
PERIODE		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
Awal Tanam	November I																																				
	Luas 4612 Ha	<p>POLOWIJO = 3078,7 ha</p> <p>POLOWIJO = 2821,5 ha</p> <p>POLOWIJO = 3349,1 ha</p> <p>Tebu = 840,6 ha</p>																																			

(Sumber : Hasil Perhitungan)



Gambar 6.58. Neraca Air Rencana Global Pola Operasi Waduk Siman

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Tabel 6.59. Perhitungan Rencana Eksploitasi Global DI. Siman untuk Kab. Jombang (K. Lemurung)

Awal Tanam	Luas Tanam (Ha)	Luas Tanaman Total Tiap Tanaman (Ha)	Kebutuhan Air Untuk Tanaman Padi, Palawija dan Tebu (Ltr/det/Ha)												Jenis Komoditas
			Nop	Des	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	
Nop	0	11326	2,37	1,25	0,70	0,19									Padi
Des	3285			1,85	1,25	0,49	0,31								
Jan	1905				1,69	0,94	0,90	0,45							
Feb	5278,990765					1,47	1,12	0,94	0,62						
Mar	857,6512723						1,80	1,15	1,06	0,61					
Apr	0							1,89	1,27	1,00	0,63				
Mei	0								2,04	1,21	1,07	0,70			
Jun	0									2,01	1,28	1,31	0,79		
Jul	0										2,05	1,52	1,63	0,84	
Agu	0		0,70									2,19	1,97	1,81	
Sep	0	29490	1,69	0,31									2,38	2,03	Palawija (Jagung)
Okt	0		1,92	1,03	0,28									2,49	
Nov	0		0,56	0,44	0,60	0,00									
Des	0			0,13	0,42	0,32	0,00								
Jan	0				0,02	0,21	0,45	0,00							
Feb	4112					0,00	0,34	0,48	0,00						
Mar	0						0,08	0,39	0,57	0,00					
Apr	0							0,17	0,49	0,51	0,00				
Mei	13731								0,30	0,44	0,58	0,00			
Jun	0									0,27	0,50	0,80	0,00		
Jul	0										0,30	0,69	1,10	0,00	
Agu	5204,3637		0,00									0,42	0,95	1,26	
Sep	0		1,17	0,00									0,58	1,09	
Okt	6442		0,99	0,57	0,00									0,00	
Sekuruh Masa Tanam	3362,4	3362,4	0,66	0,19	0,53	0,34	0,47	0,47	0,54	0,49	0,55	0,76	0,80	0,69	Tebu

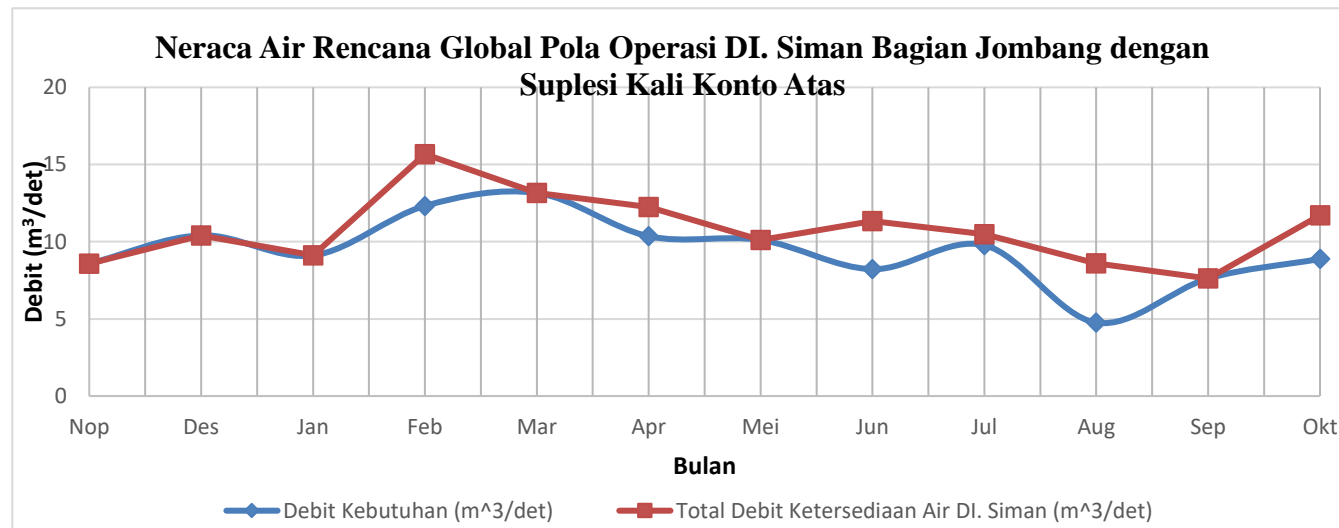
No.	Bulan	Keterangan	Nop	Des	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt
1	Luas Total (Ha)	1=2+3+4	15009,232	13089,868	14994,681	17943,543	18801,194	15516,638	18188,824	17951,494	17093,400	18828,188	8566,764	10714,253
2	Luas Tanam Padi (Ha)		0,000	3285,000	5189,813	10468,804	11326,455	8041,898	6137,085	858,094	0,000	0,000	0,000	0,000
3	Luas Tanam Palawija (Ha)		11647	6442	6442	4112	4112	4112	8689	13731	13731	15466	5204	7352
4	Luas Tanam Tebu (Ha)		3362,400	3362,400	3362,400	3362,400	3362,400	3362,400	3362,400	3362,400	3362,400	3362,400	3362,400	3362,400
5	Debit Kebutuhan (Lt/det)	$5 = \sum (\text{keb.air} \times \text{luas tanam}) + \dots + (\text{keb.air} \times \text{luas tanam})_{n+1}$	8580,765	10412,617	9109,086	12318,530	13157,058	10352,159	10116,722	8220,609	9773,098	4757,419	7616,643	8883,567
6	Debit Kebutuhan (m ³ /det)	$6 = 5 / (1000)$	8,58076549	10,41261721	9,10908555	12,3185304	13,1570582	10,3521594	10,11672169	8,220608605	9,77309753	4,75741866	7,61664339	8,883567438
9	Sisa Debit ketersediaan untuk Jombang Setelah dikurangi Storage Waduk Siman	didapatkan dari sisa debit dari hasil rencana bagian kediri	6,47	9,02	7,52	10,21	7,94	8,03	7,20	9,27	9,13	7,32	6,27	9,66
10	Suplesi Debit Kali Konto Atas (m ³ /det) (D. Damarwulan)	dari analisa debit andalan	2,11	1,40	1,59	5,47	5,22	4,21	2,92	2,07	1,35	1,28	1,35	2,04
11	Total Debit Ketersediaan Air DI. Siman (m ³ /det)	11=10+9	8,58	10,41	9,11	15,67	13,16	12,24	10,12	11,34	10,48	8,59	7,62	11,70
12	Waterbalance	12=11-6	0,00	0,00	0,00	3,35	0,00	1,89	0,00	3,12	0,70	3,83	0,00	2,82

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Tabel 6.60. Rencana Pola Tata Tanam DI. Siman untuk Kabupaten Jombang (K. Lemurung)

[illegible]

(Sumber : Hasil Perhitungan)



Gambar 6.59. Neraca Air Rencana Global Pola Operasi di Bendung D. Damarwulan bagian Jombang

(Sumber : Hasil Perhitungan)

6.5. Perhitungan Mass Curve

Perhitungan Mass Curve dilakukan untuk menyesuaikan besar debit outflow PLTA dengan besar volume aktif waduk maupun kolam tampungan harian yang telah tersedia. Berikut perhitungan mass curve KTH Mendalan, KTH Siman dan waduk Siman.

6.5.1. Perhitungan Mass Curve pada KTH Mendalan

Dalam perhitungan *mass curve* KTH Mendalan dibutuhkan data volume air terakhir pada bulan Desember, dimana nilai volume air terakhir sebesar 93.421 m^3 dan kapasitas air maksimum KTH sebesar 140.000 m^3 , dan selanjutnya perhitungan mass curve ini operasinya harian dalam 24 jam memasukkan debit dari hasil optimasi dimana pada jam ke 0 s/d jam ke 0,2 dihasilkan volume air PLTA Mendalan untuk bulan Januari ditambah dengan volume presipitasi rata-rata menghasilkan $7.472,72 \text{ m}^3$. Volume PLTA Selorejo ditambah dengan volume presipitasi rata-rata tersebut merupakan debit inflow KTH Mendalan dan untuk debit outflow PLTA Mendalan dari hasil rencana optimasi didapatkan volume air sebesar $7.531,2 \text{ m}^3$ per 12 menit atau debit sebesar $10,45 \text{ m}^3/\text{dt}$ yang dimulai pada jam ke-0.

Dari hasil optimasi didapatkan rencana operasi jam PLTA Mendalan dan Siman sebesar 19,2 jam dimana pada operasi PLTA dalam sehari turbin dinon-aktifkan selama 5 jam. Berikut tabel 6.59. perhitungan *mass curve* untuk bulan Januari dimana pada jam ke 4,8 turbin pada PLTA Selorejo berhenti selama 1 jam ke depannya yang dimana menghasilkan volume akhir sebesar $129.810,28 \text{ m}^3$ dan membuka lagi pada jam ke 5,8. dan untuk operasi jam turbin PLTA Siman juga sama bedanya *start* operasi jamnya berbeda. Untuk gambar grafik *mass curve*, fluktuasi volume akhir air pada KTH, dan grafik operasi volume air per harinya bisa dilihat pada gambar 6.60. s/d 6.62.

Untuk lebih jelasnya berikut langkah-langkah perhitungan mass curve yang berhubungan dengan tabel 6.60. dengan keterangan per kolomnya.

- Kolom 1 = Jam ke
- Kolom 2 = Volume presipitasi rata-rata
- Kolom 3 = Volume evaporasi
- Kolom 4 = Besar debit turbin yang telah keluar dari PLTA Selorejo (Inflow)
- Kolom 5 = Jumlah besar debit turbin-turbin yang telah keluar dari PLTA Mendalan (Outflow)
- Kolom 6 = Volume inflow yang dihasilkan oleh debit PLTA Selorejo tersebut dan penambahan volume presipitasi di DAS KTH Mendalan dalam 0,2 jam. $[6] = ([4] \times 3600 \times 0,2) + [2]$
- Kolom 7 = Volume outflow yang dihasilkan oleh debit PLTA Mendalan tersebut dalam 0,2 jam dan penambahan evaporasi. $[7] = ([5] \times 3600 \times 0,2) + [3]$
- Kolom 8 = Jumlah volume kumulatif inflow dan presipitasi $[8_n] = [8_{n-1}] + [6_n]$
- Kolom 9 = Jumlah volume kumulatif ouflow dan evaporasi $[9_n] = [9_{n-1}] + [7_n]$
- Kolom 10 = $[8] - [9]$
- Kolom 11 = Volume akhir pada KTH Mendalan $[11_n] = 93.421 \text{ m}^3 + [10_n]$

Dan untuk hasil perhitungan mass curve KTH Mendalan bulan Februari-Desember dapat dilihat pada lampiran.

Tabel 6.61. Perhitungan Mass Curve KTH Mendalan

Jam Ke	Presipitasi Rata-rata (Inflow)	Evaporasi (Outflow)	Q.in	Q.out	Vol. Inflow	V.Outflow	V.In. Kum.	V.Out Kum.	V.in Kum – V.out Kum	Volume Akhir
	m ³	m ³	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	93421
0,2	20,72	0,72	10,35	0,00	7472,72	0,72	7472,72	0,72	7472,00	100893,00
0,4	20,72	0,72	10,35	0,00	7472,72	0,72	14945,44	1,44	14944,00	108365,00
0,6	20,72	0,72	10,35	0,00	7472,72	0,72	22418,16	2,16	22416,00	115837,00
0,8	20,72	0,72	10,35	0,00	7472,72	0,72	29890,88	2,88	29888,00	123309,00
1	20,72	0,72	10,35	0,00	7472,72	0,72	37363,60	3,60	37360,00	130781,00
1,2	20,72	0,72	10,35	10,45	7472,72	7524,72	44836,32	7528,32	37308,00	130729,00
1,4	20,72	0,72	10,35	10,45	7472,72	7524,72	52309,04	15053,03	37256,01	130677,01
1,6	20,72	0,72	10,35	10,45	7472,72	7524,72	59781,76	22577,75	37204,01	130625,01
1,8	20,72	0,72	10,35	10,45	7472,72	7524,72	67254,48	30102,47	37152,01	130573,01
2	20,72	0,72	10,35	10,45	7472,72	7524,72	74727,20	37627,19	37100,01	130521,01
2,2	20,72	0,72	10,35	10,45	7472,72	7524,72	82199,92	45151,91	37048,01	130469,01
2,4	20,72	0,72	10,35	10,45	7472,72	7524,72	89672,64	52676,63	36996,01	130417,01
2,6	20,72	0,72	10,35	10,45	7472,72	7524,72	97145,36	60201,35	36944,01	130365,01
2,8	20,72	0,72	10,35	10,45	7472,72	7524,72	104618,08	67726,07	36892,01	130313,01
3	20,72	0,72	10,35	10,45	7472,72	7524,72	112090,80	75250,79	36840,01	130261,01
3,2	20,72	0,72	10,35	10,45	7472,72	7524,72	119563,52	82775,51	36788,01	130209,01
3,4	20,72	0,72	10,35	10,45	7472,72	7524,72	127036,24	90300,23	36736,01	130157,01
3,6	20,72	0,72	10,35	10,45	7472,72	7524,72	134508,96	97824,95	36684,01	130105,01

Tabel 6.61. Perhitungan Mass Curve Mendalan (Lanjutan)

Jam Ke	Presipitasi Rata-rata (Inflow)	Evaporasi (Outflow)	Q.in	Q.out	Vol. Inflow	V.Outflow w	V.In. Kum.	V.Out Kum.	V.in Kum – V.out Kum	Volume Akhir
	m ³	m ³	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
3,8	20,72	0,72	10,35	10,45	7472,72	7524,72	141981,68	105349,66	36632,02	130053,02
4	20,72	0,72	10,35	10,45	7472,72	7524,72	149454,40	112874,38	36580,02	130001,02
4,2	20,72	0,72	10,35	10,45	7472,72	7524,72	156927,12	120399,10	36528,02	129949,02
4,4	20,72	0,72	10,35	10,45	7472,72	7524,72	164399,84	127923,82	36476,02	129897,02
4,6	20,72	0,72	10,35	10,45	7472,72	7524,72	171872,56	135448,54	36424,02	129845,02
4,8	20,72	0,72	10,35	10,45	7472,72	7524,72	179345,28	142973,26	36372,02	129793,02
5	20,72	0,72	0,00	10,45	20,72	7524,72	179366,00	150497,98	28868,02	122289,02
5,2	20,72	0,72	0,00	10,45	20,72	7524,72	179386,72	158022,70	21364,02	114785,02
5,4	20,72	0,72	0,00	10,45	20,72	7524,72	179407,44	165547,42	13860,02	107281,02
5,6	20,72	0,72	0,00	10,45	20,72	7524,72	179428,16	173072,14	6356,02	99777,02
5,8	20,72	0,72	0,00	10,45	20,72	7524,72	179448,88	180596,86	-1147,98	92273,02
6	20,72	0,72	10,35	0,00	7472,72	0,72	186921,60	180597,58	6324,02	99745,02
6,2	20,72	0,72	10,35	0,00	7472,72	0,72	194394,32	180598,29	13796,03	107217,03
6,4	20,72	0,72	10,35	0,00	7472,72	0,72	201867,04	180599,01	21268,03	114689,03
6,6	20,72	0,72	10,35	0,00	7472,72	0,72	209339,76	180599,73	28740,03	122161,03
6,8	20,72	0,72	10,35	0,00	7472,72	0,72	216812,48	180600,45	36212,03	129633,03
7	20,72	0,72	10,35	10,45	7472,72	7524,72	224285,20	188125,17	36160,03	129581,03
7,2	20,72	0,72	10,35	10,45	7472,72	7524,72	231757,92	195649,89	36108,03	129529,03
7,4	20,72	0,72	10,35	10,45	7472,72	7524,72	239230,64	203174,61	36056,03	129477,03

Tabel 6.61. Perhitungan Mass Curve Mendalan (Lanjutan)

Jam Ke	Presipitasi Rata-rata (Inflow)	Evaporasi (Outflow)	Q.in	Q.out	Vol. Inflow	V.Outflow	V.In. Kum.	V.Out Kum.	V.in Kum – V.out Kum	Volume Akhir
	m ³	m ³	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
7,6	20,72	0,72	10,35	10,45	7472,72	7524,72	246703,36	210699,33	36004,03	129425,03
7,8	20,72	0,72	10,35	10,45	7472,72	7524,72	254176,08	218224,05	35952,03	129373,03
8	20,72	0,72	10,35	10,45	7472,72	7524,72	261648,80	225748,77	35900,03	129321,03
8,2	20,72	0,72	10,35	10,45	7472,72	7524,72	269121,52	233273,49	35848,03	129269,03
8,4	20,72	0,72	10,35	10,45	7472,72	7524,72	276594,24	240798,21	35796,03	129217,03
8,6	20,72	0,72	10,35	10,45	7472,72	7524,72	284066,96	248322,92	35744,04	129165,04
8,8	20,72	0,72	10,35	10,45	7472,72	7524,72	291539,68	255847,64	35692,04	129113,04
9	20,72	0,72	10,35	10,45	7472,72	7524,72	299012,40	263372,36	35640,04	129061,04
9,2	20,72	0,72	10,35	10,45	7472,72	7524,72	306485,12	270897,08	35588,04	129009,04
9,4	20,72	0,72	10,35	10,45	7472,72	7524,72	313957,84	278421,80	35536,04	128957,04
9,6	20,72	0,72	10,35	10,45	7472,72	7524,72	321430,56	285946,52	35484,04	128905,04
9,8	20,72	0,72	10,35	10,45	7472,72	7524,72	328903,28	293471,24	35432,04	128853,04
10	20,72	0,72	10,35	10,45	7472,72	7524,72	336376,00	300995,96	35380,04	128801,04
10,2	20,72	0,72	10,35	10,45	7472,72	7524,72	343848,72	308520,68	35328,04	128749,04
10,4	20,72	0,72	10,35	10,45	7472,72	7524,72	351321,44	316045,40	35276,04	128697,04
10,6	20,72	0,72	10,35	10,45	7472,72	7524,72	358794,16	323570,12	35224,04	128645,04
10,8	20,72	0,72	0,00	10,45	20,72	7524,72	358814,88	331094,84	27720,04	121141,04
11	20,72	0,72	0,00	10,45	20,72	7524,72	358835,60	338619,56	20216,04	113637,04
11,2	20,72	0,72	0,00	10,45	20,72	7524,72	358856,32	346144,27	12712,05	106133,05

Tabel 6.61. Perhitungan Mass Curve Mendalan (Lanjutan)

Jam Ke	Presipitasi Rata-rata (Inflow)	Evaporasi (Outflow)	Q.in	Q.out	Vol. Inflow	V.Outflow	V.In. Kum.	V.Out Kum.	V.in Kum – V.out Kum	Volume Akhir
	m ³	m ³	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
11,4	20,72	0,72	0,00	10,45	20,72	7524,72	358877,04	353668,99	5208,05	98629,05
11,6	20,72	0,72	0,00	10,45	20,72	7524,72	358897,76	361193,71	-2295,95	91125,05
11,8	20,72	0,72	10,35	0,00	7472,72	0,72	366370,48	361194,43	5176,05	98597,05
12	20,72	0,72	10,35	0,00	7472,72	0,72	373843,20	361195,15	12648,05	106069,05
12,2	20,72	0,72	10,35	0,00	7472,72	0,72	381315,92	361195,87	20120,05	113541,05
12,4	20,72	0,72	10,35	0,00	7472,72	0,72	388788,64	361196,59	27592,05	121013,05
12,6	20,72	0,72	10,35	0,00	7472,72	0,72	396261,36	361197,31	35064,05	128485,05
12,8	20,72	0,72	10,35	10,45	7472,72	7524,72	403734,08	368722,03	35012,05	128433,05
13	20,72	0,72	10,35	10,45	7472,72	7524,72	411206,80	376246,75	34960,05	128381,05
13,2	20,72	0,72	10,35	10,45	7472,72	7524,72	418679,52	383771,47	34908,05	128329,05
13,4	20,72	0,72	10,35	10,45	7472,72	7524,72	426152,24	391296,19	34856,05	128277,05
13,6	20,72	0,72	10,35	10,45	7472,72	7524,72	433624,96	398820,90	34804,06	128225,06
13,8	20,72	0,72	10,35	10,45	7472,72	7524,72	441097,68	406345,62	34752,06	128173,06
14	20,72	0,72	10,35	10,45	7472,72	7524,72	448570,40	413870,34	34700,06	128121,06
14,2	20,72	0,72	10,35	10,45	7472,72	7524,72	456043,12	421395,06	34648,06	128069,06
14,4	20,72	0,72	10,35	10,45	7472,72	7524,72	463515,84	428919,78	34596,06	128017,06
14,6	20,72	0,72	10,35	10,45	7472,72	7524,72	470988,56	436444,50	34544,06	127965,06
14,8	20,72	0,72	10,35	10,45	7472,72	7524,72	478461,28	443969,22	34492,06	127913,06

Tabel 6.61. Perhitungan Mass Curve Mendalan (Lanjutan)

Jam Ke	Presipitasi Rata-rata (Inflow)	Evaporasi (Outflow)	Q.in	Q.out	Vol. Inflow	V.Outflow	V.In. Kum.	V.Out Kum.	V.in Kum – V.out Kum	Volume Akhir
	m ³	m ³	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
15	20,72	0,72	10,35	10,45	7472,72	7524,72	485934,00	451493,94	34440,06	127861,06
15,2	20,72	0,72	10,35	10,45	7472,72	7524,72	493406,72	459018,66	34388,06	127809,06
15,4	20,72	0,72	10,35	10,45	7472,72	7524,72	500879,44	466543,38	34336,06	127757,06
15,6	20,72	0,72	10,35	10,45	7472,72	7524,72	508352,16	474068,10	34284,06	127705,06
15,8	20,72	0,72	10,35	10,45	7472,72	7524,72	515824,88	481592,82	34232,06	127653,06
16	20,72	0,72	10,35	10,45	7472,72	7524,72	523297,60	489117,53	34180,07	127601,07
16,2	20,72	0,72	10,35	10,45	7472,72	7524,72	530770,32	496642,25	34128,07	127549,07
16,4	20,72	0,72	10,35	10,45	7472,72	7524,72	538243,04	504166,97	34076,07	127497,07
16,6	20,72	0,72	0,00	10,45	20,72	7524,72	538263,76	511691,69	26572,07	119993,07
16,8	20,72	0,72	0,00	10,45	20,72	7524,72	538284,48	519216,41	19068,07	112489,07
17	20,72	0,72	0,00	10,45	20,72	7524,72	538305,20	526741,13	11564,07	104985,07
17,2	20,72	0,72	0,00	10,45	20,72	7524,72	538325,92	534265,85	4060,07	97481,07
17,4	20,72	0,72	0,00	10,45	20,72	7524,72	538346,64	541790,57	-3443,93	89977,07
17,6	20,72	0,72	10,35	0,00	7472,72	0,72	545819,36	541791,29	4028,07	97449,07
17,8	20,72	0,72	10,35	0,00	7472,72	0,72	553292,08	541792,01	11500,07	104921,07
18	20,72	0,72	10,35	0,00	7472,72	0,72	560764,80	541792,73	18972,07	112393,07
18,2	20,72	0,72	10,35	0,00	7472,72	0,72	568237,52	541793,45	26444,07	119865,07
18,4	20,72	0,72	10,35	0,00	7472,72	0,72	575710,24	541794,16	33916,08	127337,08
18,6	20,72	0,72	10,35	10,45	7472,72	7524,72	583182,96	549318,88	33864,08	127285,08

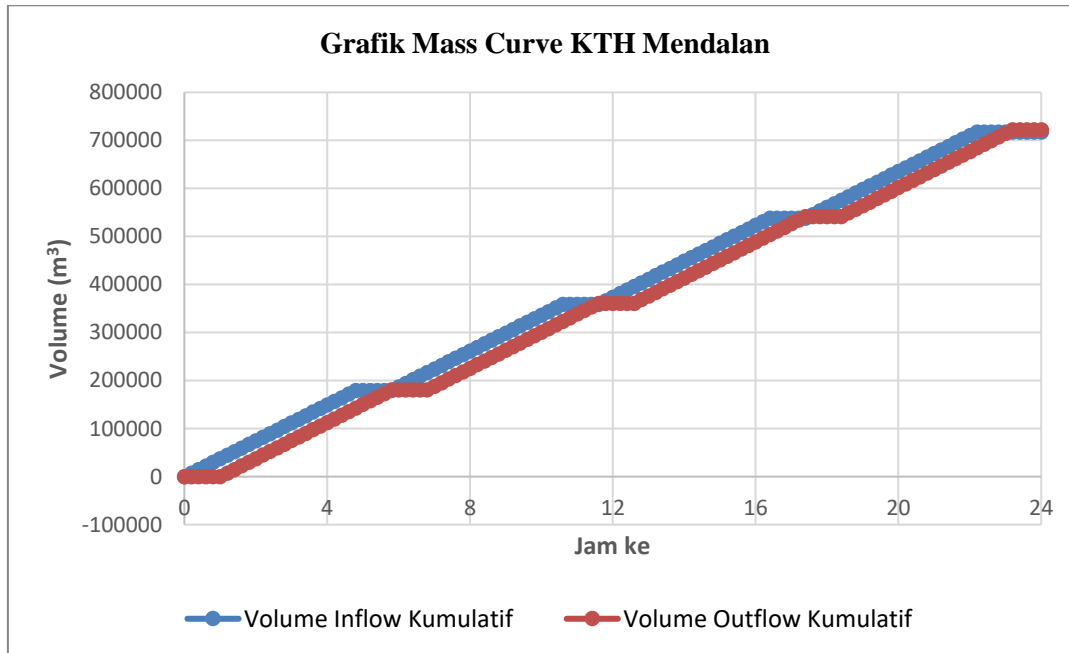
Tabel 6.61. Perhitungan Mass Curve Mendalan (Lanjutan)

Jam Ke	Presipitasi Rata-rata (Inflow)	Evaporasi (Outflow)	Q.in	Q.out	Vol. Inflow	V.Outflow	V.In. Kum.	V.Out Kum.	V.in Kum – V.out Kum	Volume Akhir
	m ³	m ³	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
18,8	20,72	0,72	10,35	10,45	7472,72	7524,72	590655,68	556843,60	33812,08	127233,08
19	20,72	0,72	10,35	10,45	7472,72	7524,72	598128,40	564368,32	33760,08	127181,08
19,2	20,72	0,72	10,35	10,45	7472,72	7524,72	605601,12	571893,04	33708,08	127129,08
19,4	20,72	0,72	10,35	10,45	7472,72	7524,72	613073,84	579417,76	33656,08	127077,08
19,6	20,72	0,72	10,35	10,45	7472,72	7524,72	620546,56	586942,48	33604,08	127025,08
19,8	20,72	0,72	10,35	10,45	7472,72	7524,72	628019,28	594467,20	33552,08	126973,08
20	20,72	0,72	10,35	10,45	7472,72	7524,72	635492,00	601991,92	33500,08	126921,08
20,2	20,72	0,72	10,35	10,45	7472,72	7524,72	642964,72	609516,64	33448,08	126869,08
20,4	20,72	0,72	10,35	10,45	7472,72	7524,72	650437,44	617041,36	33396,08	126817,08
20,6	20,72	0,72	10,35	10,45	7472,72	7524,72	657910,16	624566,08	33344,08	126765,08
20,8	20,72	0,72	10,35	10,45	7472,72	7524,72	665382,88	632090,80	33292,08	126713,08
21	20,72	0,72	10,35	10,45	7472,72	7524,72	672855,60	639615,51	33240,09	126661,09
21,2	20,72	0,72	10,35	10,45	7472,72	7524,72	680328,32	647140,23	33188,09	126609,09
21,4	20,72	0,72	10,35	10,45	7472,72	7524,72	687801,04	654664,95	33136,09	126557,09
21,6	20,72	0,72	10,35	10,45	7472,72	7524,72	695273,76	662189,67	33084,09	126505,09
21,8	20,72	0,72	10,35	10,45	7472,72	7524,72	702746,48	669714,39	33032,09	126453,09
22	20,72	0,72	10,35	10,45	7472,72	7524,72	710219,20	677239,11	32980,09	126401,09
22,2	20,72	0,72	10,35	10,45	7472,72	7524,72	717691,92	684763,83	32928,09	126349,09

Tabel 6.61. Perhitungan Mass Curve Mendalan (Lanjutan)

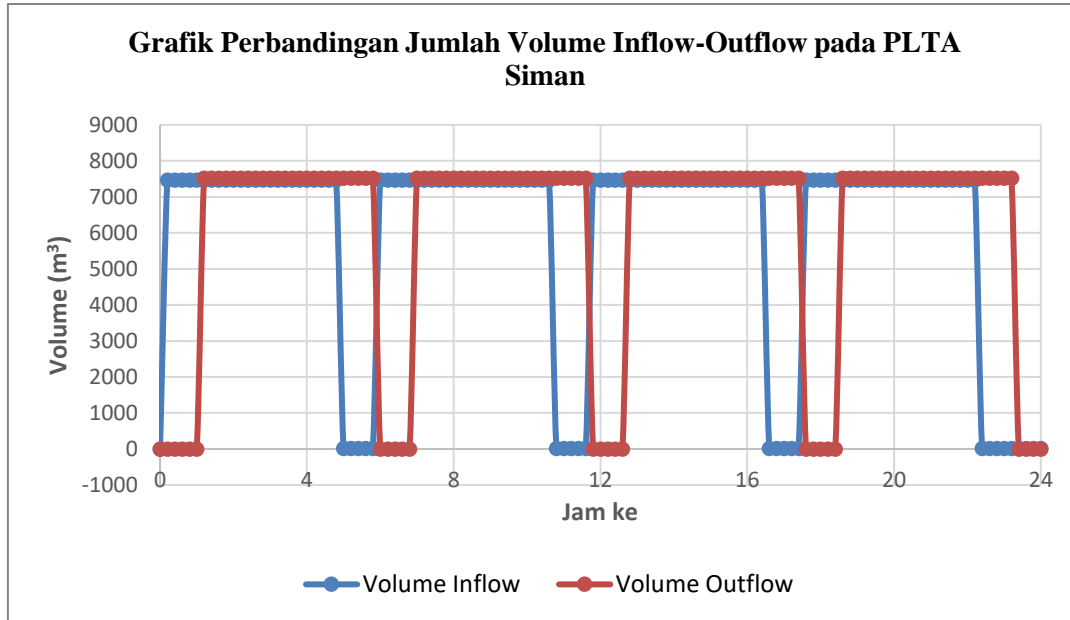
Jam Ke	Presipitasi Rata-rata (Inflow)	Evaporasi (Outflow)	Q.in	Q.out	Vol. Inflow	V.Outflow	V.In. Kum.	V.Out Kum.	V.in Kum – V.out Kum	Volume Akhir
	m ³	m ³	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
22,4	20,72	0,72	0,00	10,45	20,72	7524,72	717712,64	692288,55	25424,09	118845,09
22,6	20,72	0,72	0,00	10,45	20,72	7524,72	717733,36	699813,27	17920,09	111341,09
22,8	20,72	0,72	0,00	10,45	20,72	7524,72	717754,08	707337,99	10416,09	103837,09
23	20,72	0,72	0,00	10,45	20,72	7524,72	717774,80	714862,71	2912,09	96333,09
23,2	20,72	0,72	0,00	10,45	20,72	7524,72	717795,52	722387,43	-4591,91	88829,09
23,4	20,72	0,72	0,00	0,00	20,72	0,72	717816,24	722388,14	-4571,90	88849,10
23,6	20,72	0,72	0,00	0,00	20,72	0,72	717836,96	722388,86	-4551,90	88869,10
23,8	20,72	0,72	0,00	0,00	20,72	0,72	717857,68	722389,58	-4531,90	88889,10
24	20,72	0,72	0,00	0,00	20,72	0,72	717878,40	722390,30	-4511,90	88909,10

(Sumber : Hasil Perhitungan)

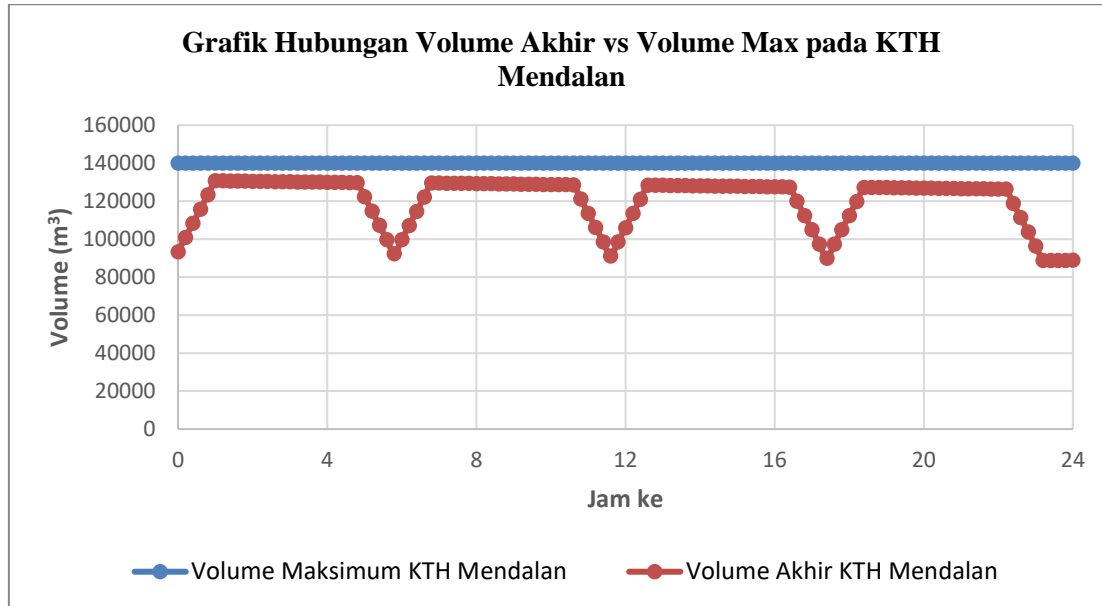


Gambar 6.60. Grafik Mass Curve KTH Mendalan

(Sumber : Hasil Perhitungan)



Gambar 6.61. Grafik Perbandingan Jumlah Volume Inflow-Outflow yang Masuk Turbin PLTA Mendalan
(Sumber : Hasil Perhitungan)



Gambar 6.62. Grafik Hubungan Volume Akhir vs Volume Max pada KTH Mendalan
(Sumber : Hasil Perhitungan)

6.5.2. Perhitungan Mass Curve pada KTH Siman

Dalam perhitungan *mass curve* KTH Siman dibutuhkan data volume air terakhir pada bulan Desember, dimana nilai volume air terakhir sebesar $95.308,8 \text{ m}^3$ dan kapasitas air maksimum KTH sebesar 100.000 m^3 , dan selanjutnya perhitungan *mass curve* ini operasinya harian dalam 24 jam memasukkan debit dari hasil optimasi dimana pada jam ke 0 s/d jam ke 0,2 dihasilkan volume air PLTA Mendalan untuk bulan Januari ditambah dengan volume presipitasi rata-rata menghasilkan $4,186 \text{ m}^3$. Volume PLTA Mendalan ditambah dengan volume presipitasi rata-rata tersebut merupakan debit inflow KTH Siman dan untuk debit outflow PLTA Siman dari hasil rencana optimasi didapatkan volume air sebesar $7531,2 \text{ m}^3$ per 12 menit atau debit sebesar $10,46 \text{ m}^3/\text{dt}$ yang dimulai pada jam ke-0.

Dari hasil optimasi didapatkan rencana operasi jam PLTA Mendalan dan Siman sebesar 19,2 jam dimana pada operasi PLTA dalam sehari turbin dinon-aktifkan selama 5 jam. Berikut tabel 6.61. perhitungan *mass curve* untuk bulan Januari dimana pada jam ke 5,8 turbin pada PLTA Mendalan berhenti selama 1 jam ke depannya yang dimana menghasilkan volume akhir sebesar $99257,394 \text{ m}^3$ dan membuka lagi pada jam ke 6,8. dan untuk operasi jam turbin PLTA Siman juga sama bedanya *start* operasi jamnya berbeda. Untuk gambar grafik *mass curve*, fluktuasi volume akhir air pada KTH, dan grafik operasi volume air per harinya bisa dilihat pada gambar 6.63. s/d 6.65.

Untuk lebih jelasnya berikut langkah-langkah perhitungan *mass curve* pada tabel 6.62. dengan keterangan per kolomnya sebagai berikut.

Kolom 1	= Jam ke
Kolom 2	= Volume presipitasi rata-rata
Kolom 3	= Volume evaporasi
Kolom 4	= Jumlah besar debit turbin-turbin yang telah keluar dari PLTA Mendalan (Inflow)
Kolom 5	= Jumlah besar debit turbin-turbin yang telah keluar dari PLTA Siman (Outflow)

- Kolom 6 = Volume inflow yang dihasilkan oleh debit PLTA Mendalan tersebut dan penambahan volume presipitasi di DAS KTH Siman dalam 0,2 jam.
 $[6] = ([4] \times 3600 \times 0,2) + [2]$
- Kolom 7 = Volume outflow yang dihasilkan oleh debit PLTA Siman tersebut dalam 0,2 jam dan penambahan evaporasi. $[7] = ([5] \times 3600 \times 0,2) + [3]$
- Kolom 8 = Jumlah volume kumulatif inflow dan presipitasi
 $[8_n] = [8_{n-1}] + [6_n]$
- Kolom 9 = Jumlah volume kumulatif outflow dan evaporasi
 $[9_n] = [9_{n-1}] + [7_n]$
- Kolom 10 = $[8] - [9]$
- Kolom 11 = Volume akhir pada KTH Siman $[11_n] = 95.308,8 \text{ m}^3 + [10_n]$

Dan untuk hasil perhitungan mass curve KTH Siman bulan Februari-Desember dapat dilihat pada lampiran.

Tabel 6.62. Perhitungan Mass Curve KTH Siman Harian dalam Bulan Januari

Jam Ke	Presipitasi Rata-rata (Inflow)	Evaporasi (Outflow)	Q.in	Q.out	Vol. Inflow	V.Outflow	V.In. Kum.	V.Out Kum.	V.in Kum – V.out Kum	Volume Akhir
	m ³	m ³	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	95308,8
0,2	4,19	0,25	0,00	10,46	4,19	7531,45	4,19	7531,45	-7527,27	87781,53
0,4	4,19	0,25	0,00	10,46	4,19	7531,45	8,37	15062,90	-15054,53	80254,27
0,6	4,19	0,25	0,00	10,46	4,19	7531,45	12,56	22594,36	-22581,80	72727,00
0,8	4,19	0,25	0,00	10,46	4,19	7531,45	16,74	30125,81	-30109,06	65199,74
1	4,19	0,25	0,00	10,46	4,19	7531,45	20,93	37657,26	-37636,33	57672,47
1,2	4,19	0,25	10,45	10,46	7528,19	7531,45	7549,12	45188,71	-37639,59	57669,21
1,4	4,19	0,25	10,45	10,46	7528,19	7531,45	15077,30	52720,16	-37642,86	57665,94
1,6	4,19	0,25	10,45	10,46	7528,19	7531,45	22605,49	60251,61	-37646,13	57662,67
1,8	4,19	0,25	10,45	10,46	7528,19	7531,45	30133,67	67783,07	-37649,39	57659,41
2	4,19	0,25	10,45	10,46	7528,19	7531,45	37661,86	75314,52	-37652,66	57656,14
2,2	4,19	0,25	10,45	10,46	7528,19	7531,45	45190,05	82845,97	-37655,92	57652,88
2,4	4,19	0,25	10,45	10,46	7528,19	7531,45	52718,23	90377,42	-37659,19	57649,61
2,6	4,19	0,25	10,45	10,46	7528,19	7531,45	60246,42	97908,87	-37662,45	57646,35
2,8	4,19	0,25	10,45	10,46	7528,19	7531,45	67774,60	105440,32	-37665,72	57643,08
3	4,19	0,25	10,45	10,46	7528,19	7531,45	75302,79	112971,78	-37668,99	57639,81
3,2	4,19	0,25	10,45	10,46	7528,19	7531,45	82830,98	120503,23	-37672,25	57636,55
3,4	4,19	0,25	10,45	10,46	7528,19	7531,45	90359,16	128034,68	-37675,52	57633,28

Tabel 6.62. Perhitungan Mass Curve KTH Siman (Lanjutan)

Jam Ke	Presipitasi Rata-rata (Inflow)	Evaporasi (Outflow)	Q.in	Q.out	Vol. Inflow	V.Outflow	V.In. Kum.	V.Out Kum.	V.in Kum – V.out Kum	Volume Akhir
	m ³	m ³	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
3,6	4,19	0,25	10,45	10,46	7528,19	7531,45	97887,35	135566,13	-37678,78	57630,02
3,8	4,19	0,25	10,45	10,46	7528,19	7531,45	105415,53	143097,58	-37682,05	57626,75
4	4,19	0,25	10,45	10,46	7528,19	7531,45	112943,72	150629,04	-37685,32	57623,49
4,2	4,19	0,25	10,45	10,46	7528,19	7531,45	120471,91	158160,49	-37688,58	57620,22
4,4	4,19	0,25	10,45	10,46	7528,19	7531,45	128000,09	165691,94	-37691,85	57616,95
4,6	4,19	0,25	10,45	10,46	7528,19	7531,45	135528,28	173223,39	-37695,11	57613,69
4,8	4,19	0,25	10,45	10,46	7528,19	7531,45	143056,46	180754,84	-37698,38	57610,42
5	4,19	0,25	10,45	0,00	7528,19	0,25	150584,65	180755,09	-30170,44	65138,36
5,2	4,19	0,25	10,45	0,00	7528,19	0,25	158112,84	180755,35	-22642,51	72666,29
5,4	4,19	0,25	10,45	0,00	7528,19	0,25	165641,02	180755,60	-15114,58	80194,22
5,6	4,19	0,25	10,45	0,00	7528,19	0,25	173169,21	180755,85	-7586,64	87722,16
5,8	4,19	0,25	10,45	0,00	7528,19	0,25	180697,39	180756,10	-58,71	95250,09
6	4,19	0,25	0,00	10,46	4,19	7531,45	180701,58	188287,55	-7585,97	87722,83
6,2	4,19	0,25	0,00	10,46	4,19	7531,45	180705,77	195819,00	-15113,24	80195,56
6,4	4,19	0,25	0,00	10,46	4,19	7531,45	180709,95	203350,46	-22640,50	72668,30
6,6	4,19	0,25	0,00	10,46	4,19	7531,45	180714,14	210881,91	-30167,77	65141,03
6,8	4,19	0,25	0,00	10,46	4,19	7531,45	180718,32	218413,36	-37695,04	57613,76
7	4,19	0,25	10,45	10,46	7528,19	7531,45	188246,51	225944,81	-37698,30	57610,50
7,2	4,19	0,25	10,45	10,46	7528,19	7531,45	195774,70	233476,26	-37701,57	57607,23

Tabel 6.62. Perhitungan Mass Curve KTH Siman Harian dalam Bulan Januari (Lanjutan)

Jam Ke	Presipitasi Rata-rata (Inflow)	Evaporasi (Outflow)	Q.in	Q.out	Vol. Inflow	V.Outflow	V.In. Kum.	V.Out Kum.	V.in Kum – V.out Kum	Volume Akhir
	m ³	m ³	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
7,4	4,19	0,25	10,45	10,46	7528,19	7531,45	203302,88	241007,71	-37704,83	57603,97
7,6	4,19	0,25	10,45	10,46	7528,19	7531,45	210831,07	248539,17	-37708,10	57600,70
7,8	4,19	0,25	10,45	10,46	7528,19	7531,45	218359,25	256070,62	-37711,36	57597,44
8	4,19	0,25	10,45	10,46	7528,19	7531,45	225887,44	263602,07	-37714,63	57594,17
8,2	4,19	0,25	10,45	10,46	7528,19	7531,45	233415,63	271133,52	-37717,90	57590,90
8,4	4,19	0,25	10,45	10,46	7528,19	7531,45	240943,81	278664,97	-37721,16	57587,64
8,6	4,19	0,25	10,45	10,46	7528,19	7531,45	248472,00	286196,43	-37724,43	57584,37
8,8	4,19	0,25	10,45	10,46	7528,19	7531,45	256000,18	293727,88	-37727,69	57581,11
9	4,19	0,25	10,45	10,46	7528,19	7531,45	263528,37	301259,33	-37730,96	57577,84
9,2	4,19	0,25	10,45	10,46	7528,19	7531,45	271056,56	308790,78	-37734,22	57574,58
9,4	4,19	0,25	10,45	10,46	7528,19	7531,45	278584,74	316322,23	-37737,49	57571,31
9,6	4,19	0,25	10,45	10,46	7528,19	7531,45	286112,93	323853,68	-37740,76	57568,04
9,8	4,19	0,25	10,45	10,46	7528,19	7531,45	293641,11	331385,14	-37744,02	57564,78
10	4,19	0,25	10,45	10,46	7528,19	7531,45	301169,30	338916,59	-37747,29	57561,51
10,2	4,19	0,25	10,45	10,46	7528,19	7531,45	308697,49	346448,04	-37750,55	57558,25
10,4	4,19	0,25	10,45	10,46	7528,19	7531,45	316225,67	353979,49	-37753,82	57554,98
10,6	4,19	0,25	10,45	10,46	7528,19	7531,45	323753,86	361510,94	-37757,08	57551,72
10,8	4,19	0,25	10,45	0,00	7528,19	0,25	331282,04	361511,19	-30229,15	65079,65
11	4,19	0,25	10,45	0,00	7528,19	0,25	338810,23	361511,45	-22701,22	72607,58

Tabel 6.62. Perhitungan Mass Curve KTH Siman Harian dalam Bulan Januari (Lanjutan)

Jam Ke	Presipitasi Rata-rata (Inflow)	Evaporasi (Outflow)	Q.in	Q.out	Vol. Inflow	V.Outflow	V.In. Kum.	V.Out Kum.	V.in Kum – V.out Kum	Volume Akhir
	m ³	m ³	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
11,2	4,19	0,25	10,45	0,00	7528,19	0,25	346338,42	361511,70	-15173,28	80135,52
11,4	4,19	0,25	10,45	0,00	7528,19	0,25	353866,60	361511,95	-7645,35	87663,45
11,6	4,19	0,25	10,45	0,00	7528,19	0,25	361394,79	361512,20	-117,41	95191,39
11,8	4,19	0,25	0,00	10,46	4,19	7531,45	361398,97	369043,65	-7644,68	87664,12
12	4,19	0,25	0,00	10,46	4,19	7531,45	361403,16	376575,11	-15171,94	80136,86
12,2	4,19	0,25	0,00	10,46	4,19	7531,45	361407,35	384106,56	-22699,21	72609,59
12,4	4,19	0,25	0,00	10,46	4,19	7531,45	361411,53	391638,01	-30226,48	65082,32
12,6	4,19	0,25	0,00	10,46	4,19	7531,45	361415,72	399169,46	-37753,74	57555,06
12,8	4,19	0,25	10,45	10,46	7528,19	7531,45	368943,90	406700,91	-37757,01	57551,79
13	4,19	0,25	10,45	10,46	7528,19	7531,45	376472,09	414232,36	-37760,27	57548,53
13,2	4,19	0,25	10,45	10,46	7528,19	7531,45	384000,28	421763,82	-37763,54	57545,26
13,4	4,19	0,25	10,45	10,46	7528,19	7531,45	391528,46	429295,27	-37766,81	57541,99
13,6	4,19	0,25	10,45	10,46	7528,19	7531,45	399056,65	436826,72	-37770,07	57538,73
13,8	4,19	0,25	10,45	10,46	7528,19	7531,45	406584,83	444358,17	-37773,34	57535,46
14	4,19	0,25	10,45	10,46	7528,19	7531,45	414113,02	451889,62	-37776,60	57532,20
14,2	4,19	0,25	10,45	10,46	7528,19	7531,45	421641,21	459421,07	-37779,87	57528,93
14,4	4,19	0,25	10,45	10,46	7528,19	7531,45	429169,39	466952,53	-37783,13	57525,67
14,6	4,19	0,25	10,45	10,46	7528,19	7531,45	436697,58	474483,98	-37786,40	57522,40
14,8	4,19	0,25	10,45	10,46	7528,19	7531,45	444225,76	482015,43	-37789,67	57519,13

Tabel 6.62. Perhitungan Mass Curve KTH Siman Harian dalam Bulan Januari (Lanjutan)

Jam Ke	Presipitasi Rata-rata (Inflow)	Evaporasi (Outflow)	Q.in	Q.out	Vol. Inflow	V.Outflow	V.In. Kum.	V.Out Kum.	V.in Kum – V.out Kum	Volume Akhir
	m ³	m ³	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
15	4,19	0,25	10,45	10,46	7528,19	7531,45	451753,95	489546,88	-37792,93	57515,87
15,2	4,19	0,25	10,45	10,46	7528,19	7531,45	459282,14	497078,33	-37796,20	57512,60
15,4	4,19	0,25	10,45	10,46	7528,19	7531,45	466810,32	504609,78	-37799,46	57509,34
15,6	4,19	0,25	10,45	10,46	7528,19	7531,45	474338,51	512141,24	-37802,73	57506,07
15,8	4,19	0,25	10,45	10,46	7528,19	7531,45	481866,69	519672,69	-37805,99	57502,81
16	4,19	0,25	10,45	10,46	7528,19	7531,45	489394,88	527204,14	-37809,26	57499,54
16,2	4,19	0,25	10,45	10,46	7528,19	7531,45	496923,07	534735,59	-37812,53	57496,27
16,4	4,19	0,25	10,45	10,46	7528,19	7531,45	504451,25	542267,04	-37815,79	57493,01
16,6	4,19	0,25	10,45	0,00	7528,19	0,25	511979,44	542267,30	-30287,86	65020,94
16,8	4,19	0,25	10,45	0,00	7528,19	0,25	519507,62	542267,55	-22759,92	72548,88
17	4,19	0,25	10,45	0,00	7528,19	0,25	527035,81	542267,80	-15231,99	80076,81
17,2	4,19	0,25	10,45	0,00	7528,19	0,25	534564,00	542268,05	-7704,05	87604,75
17,4	4,19	0,25	10,45	0,00	7528,19	0,25	542092,18	542268,30	-176,12	95132,68
17,6	4,19	0,25	0,00	10,46	4,19	7531,45	542096,37	549799,75	-7703,39	87605,41
17,8	4,19	0,25	0,00	10,46	4,19	7531,45	542100,55	557331,21	-15230,65	80078,15
18	4,19	0,25	0,00	10,46	4,19	7531,45	542104,74	564862,66	-22757,92	72550,88
18,2	4,19	0,25	0,00	10,46	4,19	7531,45	542108,93	572394,11	-30285,18	65023,62
18,4	4,19	0,25	0,00	10,46	4,19	7531,45	542113,11	579925,56	-37812,45	57496,35
18,6	4,19	0,25	10,45	10,46	7528,19	7531,45	549641,30	587457,01	-37815,71	57493,09

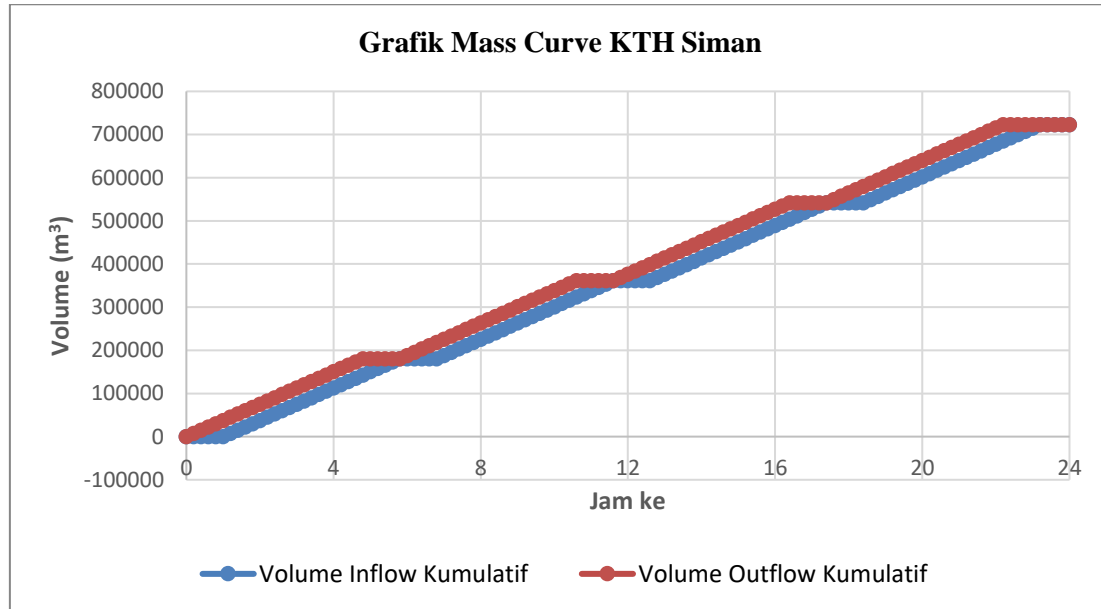
Tabel 6.62. Perhitungan Mass Curve KTH Siman Harian dalam Bulan Januari (Lanjutan)

Jam Ke	Presipitasi Rata-rata (Inflow)	Evaporasi (Outflow)	Q.in	Q.out	Vol. Inflow	V.Outflow	V.In. Kum.	V.Out Kum.	V.in Kum – V.out Kum	Volume Akhir
	m ³	m ³	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
18,8	4,19	0,25	10,45	10,46	7528,19	7531,45	557169,48	594988,46	-37818,98	57489,82
19	4,19	0,25	10,45	10,46	7528,19	7531,45	564697,67	602519,92	-37822,25	57486,55
19,2	4,19	0,25	10,45	10,46	7528,19	7531,45	572225,86	610051,37	-37825,51	57483,29
19,4	4,19	0,25	10,45	10,46	7528,19	7531,45	579754,04	617582,82	-37828,78	57480,02
19,6	4,19	0,25	10,45	10,46	7528,19	7531,45	587282,23	625114,27	-37832,04	57476,76
19,8	4,19	0,25	10,45	10,46	7528,19	7531,45	594810,41	632645,72	-37835,31	57473,49
20	4,19	0,25	10,45	10,46	7528,19	7531,45	602338,60	640177,18	-37838,58	57470,23
20,2	4,19	0,25	10,45	10,46	7528,19	7531,45	609866,79	647708,63	-37841,84	57466,96
20,4	4,19	0,25	10,45	10,46	7528,19	7531,45	617394,97	655240,08	-37845,11	57463,69
20,6	4,19	0,25	10,45	10,46	7528,19	7531,45	624923,16	662771,53	-37848,37	57460,43
20,8	4,19	0,25	10,45	10,46	7528,19	7531,45	632451,34	670302,98	-37851,64	57457,16
21	4,19	0,25	10,45	10,46	7528,19	7531,45	639979,53	677834,43	-37854,90	57453,90
21,2	4,19	0,25	10,45	10,46	7528,19	7531,45	647507,72	685365,89	-37858,17	57450,63
21,4	4,19	0,25	10,45	10,46	7528,19	7531,45	655035,90	692897,34	-37861,44	57447,36
21,6	4,19	0,25	10,45	10,46	7528,19	7531,45	662564,09	700428,79	-37864,70	57444,10
21,8	4,19	0,25	10,45	10,46	7528,19	7531,45	670092,27	707960,24	-37867,97	57440,83
22	4,19	0,25	10,45	10,46	7528,19	7531,45	677620,46	715491,69	-37871,23	57437,57
22,2	4,19	0,25	10,45	10,46	7528,19	7531,45	685148,65	723023,14	-37874,50	57434,30
22,4	4,19	0,25	10,45	0,00	7528,19	0,25	692676,83	723023,40	-30346,56	64962,24

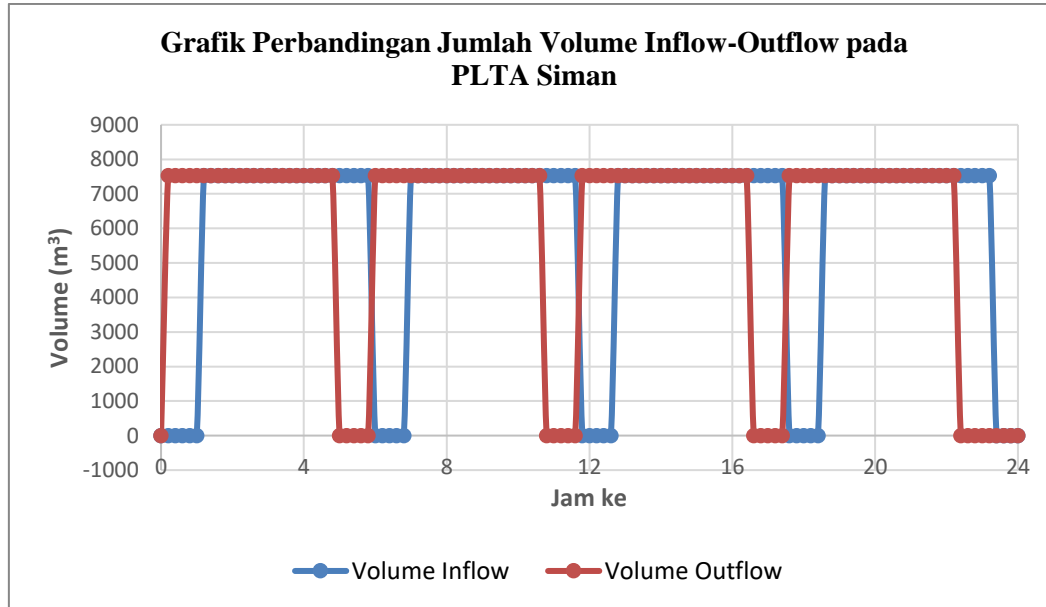
Tabel 6.62. Perhitungan Mass Curve KTH Siman Harian dalam Bulan Januari (Lanjutan)

Jam Ke	Presipitasi Rata-rata (Inflow)	Evaporasi (Outflow)	Q.in	Q.out	Vol. Inflow	V.Outflow	V.In. Kum.	V.Out Kum.	V.in Kum – V.out Kum	Volume Akhir
	m ³	m ³	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
22,6	4,19	0,25	10,45	0,00	7528,19	0,25	700205,02	723023,65	-22818,63	72490,17
22,8	4,19	0,25	10,45	0,00	7528,19	0,25	707733,20	723023,90	-15290,70	80018,10
23	4,19	0,25	10,45	0,00	7528,19	0,25	715261,39	723024,15	-7762,76	87546,04
23,2	4,19	0,25	10,45	0,00	7528,19	0,25	722789,58	723024,40	-234,83	95073,97
23,4	4,19	0,25	0,00	0,00	4,19	0,25	722793,76	723024,65	-230,89	95077,91
23,6	4,19	0,25	0,00	0,00	4,19	0,25	722797,95	723024,91	-226,96	95081,84
23,8	4,19	0,25	0,00	0,00	4,19	0,25	722802,13	723025,16	-223,02	95085,78
24	4,19	0,25	0,00	0,00	4,19	0,25	722806,32	723025,41	-219,09	95089,71

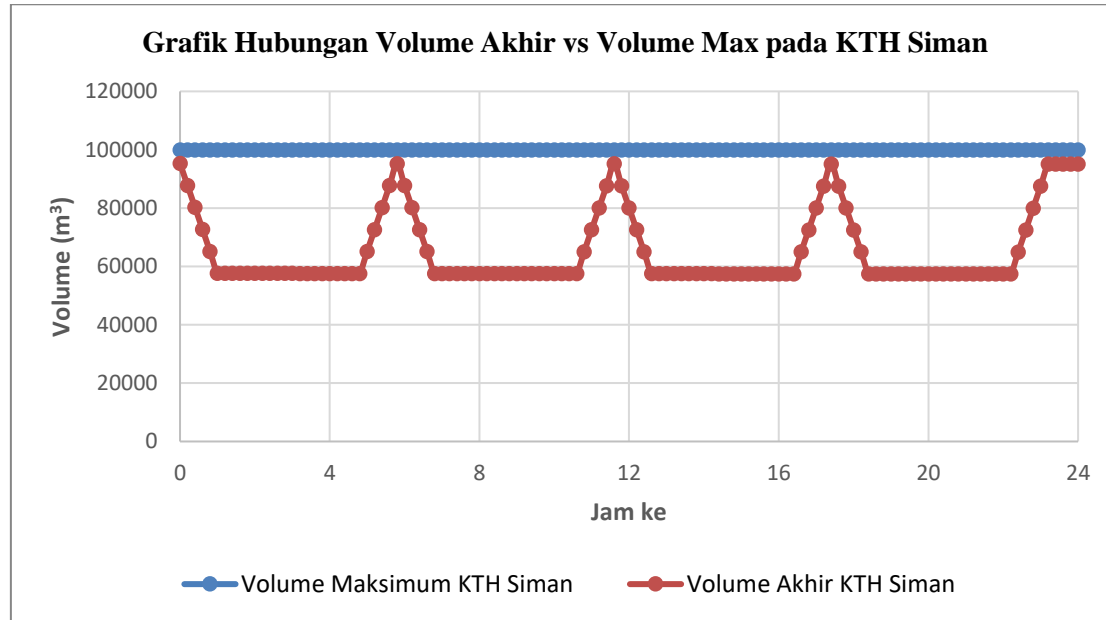
(Sumber : Hasil Perhitungan)



Gambar 6.63. Grafik Mass Curve KTH Siman
(Sumber : Hasil Perhitungan)



Gambar 6.64. Grafik Operasi Jumlah Volume yang Masuk Turbin PLTA Siman
(Sumber : Hasil Perhitungan)



Gambar 6.65. Grafik Hubungan Volume Akhir vs Volume Max pada KTH Siman
(Sumber : Hasil Perhitungan)

6.5.3. Perhitungan Mass Curve pada Waduk Siman

Dalam perhitungan mass curve waduk Siman dibutuhkan data debit ketersediaan dan debit kebutuhan air. Pada rencana optimasi telah ditentukan nilai dari debit ketersediaan air dan kebutuhannya. Untuk lebih jelasnya berikut keterangan perhitungan mass curve waduk Siman dan hasil dari perhitungan dapat dilihat pada tabel 6.63.

Keterangan :

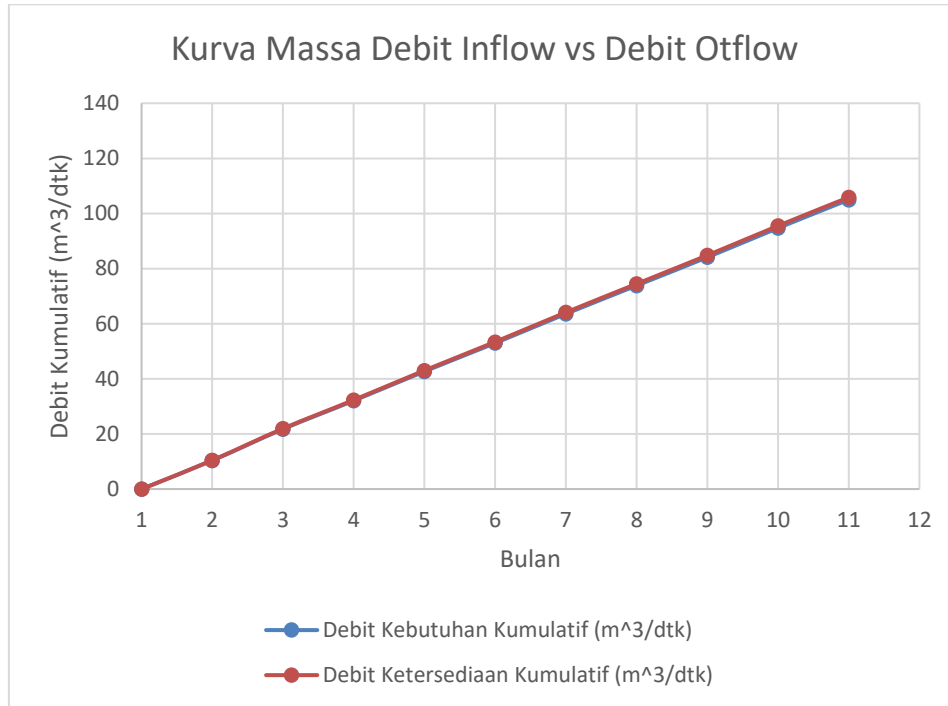
Kolom 1	= Bulan
Kolom 2	= Debit kebutuhan air irigasi Siman
Kolom 3	= Debit ketersediaan dari PLTA Siman
Kolom 4	= Debit kebutuhan kumulatif $[4_n] = [4_{n-1}] + [2_n]$
Kolom 5	= Debit ketersediaan kumulatif $[5_n] = [5_{n-1}] + [3_n]$
Kolom 6	= Selisih debit inflow – outflow $[6] = [5] - [4]$
Kolom 7	= Selisih kumulatif Debit Inflow – Outflow $[7_n] = [6_n] - [6_{n-1}]$
Kolom 8	= Jumlah hari
Kolom 9	= Nilai simpanan volume air pada waduk Siman $[9] = [7] \times [8] \times 24 \times 3600$

Dan selanjutnya, untuk gambar grafik mass curve dapat dilihat pada gambar 6.66. dimana grafik debit kebutuhan dan ketersediaan kumulatif berjalan searah dengan selisih 0,08857 m³/dtk yang artinya bahwa debit dengan selisih tersebut merupakan volume kapasitas maksimum waduk Siman sebesar 230.000 m³.

Tabel 6.63. Perhitungan Mass Curve Waduk Siman

Bulan	Total Debit Kebutuhan Air DI. Siman bagian Kediri dan Jombang	Debit PLTA Siman	Debit Kebutuhan Kumulatif	Debit Ketersediaan Kumulatif	Selisih Q.Inf.- Q.Out.	Selisih Kumulatif Q.Inf – Q.Out	Jumlah Hari	Storage
	(m³/dtk)	(m³/dtk)	(m³/dtk)	(m³/dtk)	(m³/dtk)	(m³/dtk)		(m³)
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Januari	10,37	10,46	10,37	10,46	0,09	0,0859	31,00	230000
Februari	11,40	11,50	21,77	21,95	0,18	0,0951	28,00	230000
Maret	10,30	10,38	32,07	32,34	0,27	0,0859	31,00	230000
April	10,63	10,71	42,69	43,05	0,36	0,0887	30,00	230000
Mei	10,28	10,36	52,97	53,41	0,44	0,0859	31,00	230000
Juni	10,61	10,70	63,58	64,11	0,53	0,0887	30,00	230000
Juli	10,26	10,35	73,85	74,46	0,62	0,0859	31,00	230000
Agustus	10,26	10,35	84,11	84,81	0,70	0,0887	31,00	230000
September	10,61	10,70	94,72	95,51	0,79	0,0859	30,00	230000
Oktober	10,27	10,36	104,99	105,87	0,88	0,0859	31,00	230000
November	10,63	10,72	115,62	116,59	0,97	0,0887	30,00	230000
Desember	10,24	10,33	125,86	126,91	1,05	0,0859	31,00	230000

(Sumber : Hasil Perhitungan)



Gambar 6.66. Grafik Mass Curve Waduk Siman
(Sumber : Hasil Perhitungan)

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

BAB VII

KESIMPULAN & SARAN

7.1 Kesimpulan

Dari hasil optimasi pada rencana eksploitasi Waduk Selorejo pada PLTA dan irigasi DI. Simana UPTD Selodono Kabupaten Kediri dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari perhitungan debit andalan pada waduk Selorejo didapatkan besar debit andalan saat ini adalah $10,44 \text{ m}^3/\text{detik}$ dengan menggunakan debit andalan 59,27% pada duration curve.
2. Dalam menganalisa data debit inflow, tugas akhir ini menggunakan data debit inflow bulanan. Hasil dari analisa ini mendapatkan debit probabilitas 80% per bulannya.
3. Dalam optimalisasikan dilakukan perhitungan *Water Balance* yang dimana dimasukkan pada persamaan fungsi kendala, pada perhitungan *Water Balance* didapat beberapa kekurangan debit air untuk supply PLTA dan Irigasi, variabel besar debit PLTA dan irigasi disesuaikan dengan volume air yang ada pada *storage* saat itu. Dan hasil dari penyesuaian tersebut didapatkan debit maksimum yang dimana dilakukan beberapa percobaan rencana alternatif dengan ditinjau intensitas tanam DI. Siman.
4. Hasil besar daya listrik setelah dioptimalisasi pada PLTA-PLTA kawasan waduk Selorejo berbeda-beda sehingga jika di bandingkan dengan daya listrik realisasi PLTA Selorejo pada tahun 2016. Dengan dibandingkan energi listrik dengan realiasi PLTA Selorejo terjadi penurunan. Yang dimana pada realisasi tahun 2016 sebelumnya energi listrik akhir tahunnya sebesar 28.290 MWh dan solusi optimal energi listrik 22.048,59 MWh yang disebabkan karena adanya kapasitas efektif yang semakin menurun dari data pengukuran waduk Selorejo tahun 2014 volume air efektif sebesar $54.600.000 \text{ m}^3$ turun menjadi $33.230.000 \text{ m}^3$ disebabkan adanya perubahan iklim dan sedimentasi yang akan pastinya menyebabkan energi listrik menjadi turun.

5. Dari hasil rencana operasi turbin PLTA Siman dan Mendalan dilakukan rotasi turbin yang dimana ada fase istirahat pada turbin, agar dengan adanya fase istirahat ini dapat dilakukan perawatan pipa pesat, turbin, maupun pengerukan sedimentasi sehingga kinerja pemenuhan energi listrik dapat terpenuhi secara maksimal dan efisien. Selain itu juga dibandingkan per turbin dalam PLTA Siman dan Mendalan.
6. Pada musim kering 2 pada pola tanam eksisting yang awalnya ditanami tanaman padi kini tidak ditanami padi lagi. Hal ini dikarenakan pada aplikasi PQM terjadi ketidak logisan dalam penanaman tanaman padi yang dapat mengakibatkan pengurangan debit storage waduk Selorejo yang sangat besar.
7. Didalam optimasi pola tanam bergantung pada ketersediaan debit air yang ada. Dari perhitungan optimasi pola tanam dalam bahasan proyek akhir ini direncanakan dengan membandingkan hasil optimasi yang ditinjau dari intensitas tanam. Sehingga didapatkan alternatif optimasi yang terpilih yaitu hasil optimasi ditinjau dari intensitas tanam dengan debit air teoritis PLTA (Q80%) dimana dengan kondisi kering dengan operasi 19,2 jam sepanjang tahun. Pemilihan tersebut dikarenakan hasil maksimum intensitas tanam optimasi sebesar 290,84%.

7.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan berdasarkan hasil perhitungan dan analisa dalam pengerjaan tugas akhir ini antara lain sebagai berikut :

1. Membutuhkan satu generator baru untuk PLTA Selorejo agar generator lama dapat terawat dengan baik dan efisien. Dengan adanya generator baru dapat dilakukan operasi rotasi bergantian dengan generator yang lama.
2. Jika hasil optimasi ini akan diterapkan pada wilayah rencana, dirasa jangan hanya melakukan penambahan generator saja namun perlu dibenahi lagi DAS dari sungai-sungai yang masuk ke Waduk Selorejo sehingga daya yang dihasilkan lebih konstan.

3. Kondisi kebersihan waduk terhadap enceng gondok dan sampah hendaknya mendapat perhatian khusus dari pihak terkait sehingga proses operasional PLTA berjalan dengan lancar.
4. Untuk mengubah paradigma para petani, perlu dilakukan sosialisasi mengenai pola tata tanam rencana agar dapat terlaksana di DI. Siman
5. Kepada mahasiswa lain yang berminat mendalami subyek ini dapat mencoba cara optimalisasi yang lain.

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

DAFTAR PUSTAKA

Anonim. (1983). *Penuntun Kursus Eksploatasi & Pemeliharaan Jaringan*. Surabaya.

Anonim. (1986). *KP 01*. Jakarta: Pekerjaan Umum Pengairan.

Anonim. (1986). *KP 01 Lampiran 2*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum Pengairan.

Anonim. (1986). *KP 01 Penunjang*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum Pengairan.

Anonim. (1986). *Standar Perencanaan Irigasi*. Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Pengairan.

Anonim. (2010). *Buku Panduan Magang UP*. Brantas PT. PJB. (2010). Malang : PT. Pembangkit Jawa Bali.

Colorado Small Hydropower Handbook

Patty O. F. (1995). *Tenaga Air*. Jakarta: Penerbit Erlangga.

Sasongko, Hematang (2014). “*Evaluasi Pola Operasi Waduk Selorejo Akibat Perubahan Iklim di Kabupaten Malang Jawa Timur*”. Skripsi. Malang: Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya.

Soewarno CD. (1995). *Aplikasi Metode Statistik Untuk Analisa Data Hidrologi*. Bandung: Nova.

Sosrodarsono, Suyono (1995). *Bendungan Type Urugan*. Jakarta : Departemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik

Sosrodarsono, S., & Kensaku, T. (1985). *Hidrologi untuk Pengairan*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.

Tarigan, Abinenteras (2001). “*Optimasi Pemanfaatan Air Waduk Kedung Ombo dengan Program Linier*”. Tesis. Semarang: Pasca Sarjana, Universitas Diponegoro

LAMPIRAN

LAMPIRAN A	TABEL SYARAT PERHITUNGAN EVAPOTRANSPIRASI PADA IRIGASI
LAMPIRAN B	TABEL HASIL RENCANA POLA OPERASI PERIODE 10 HARIAN DENGAN ELEVASI AKHIR (ELEVASI AKHIR HANYA UNTUK WADUK SELOREJO)
LAMPIRAN C	TABEL HASIL RENCANA PERHITUNGAN MASS CURVE KTH MENDALAN BULAN FEBRUARI – DESEMBER
LAMPIRAN D	TABEL HASIL RENCANA PERHITUNGAN MASS CURVE KTH SIMAN BULAN FEBRUARI – DESEMBER
LAMPIRAN E	LAYOUT WADUK SELOREJO
LAMPIRAN F	PETA KONTUR ALOKASI AIR WADUK SELOREJO
LAMPIRAN G	PETA SKEMA BANGUNAN DI. SIMAN
LAMPIRAN H	PETA SKEMA JARINGAN DI. SIMAN

Saturation Vapour Preassure (e_s) in mbar and Pressure of Main Air Temperature (T) in $^{\circ}\text{C}$

Temperature $^{\circ}\text{C}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
e_a mbar	6.1	6.6	7.1	7.6	8.1	8.7	9.3	10	10.7	11.5	12.3	13.1	14	15	16.1	17	18.2	19.4	20.6	22

Temperature $^{\circ}\text{C}$	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
e_a mbar	23.4	24.9	26.4	28.1	29.8	31.7	33.6	35.7	37.6	40.1	42.4	44.9	47.6	50.3	53.2	56.2	59.4	62.8	66.3	69.9

Tabel tersebut juga dapat digunakan untuk menghitung nilai *actual pressure* (e_d) jika ada data Tdewpoint

contoh : Titik embun (Tdewpoint) = 18°C maka tekanan uap actual (e_d) = 20.6 mbar

*Value of Weighting Factor (1-W) for The Effect of Wind and Humidity on ETo
at Different Temperatures and Altitudes*

<i>Temperature °C (1-W) at Altitude m</i>	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40
	0	0.57	0.54	0.51	0.48	0.45	0.42	0.39	0.36	0.34	0.32	0.29	0.27	0.25	0.23	0.22	0.20	0.19	0.17	0.15
500		0.56	0.52	0.49	0.46	0.43	0.40	0.38	0.35	0.33	0.30	0.28	0.26	0.24	0.22	0.20	0.19	0.18	0.16	0.14
1000		0.54	0.51	0.48	0.45	0.42	0.39	0.36	0.34	0.31	0.29	0.27	0.25	0.23	0.21	0.20	0.18	0.17	0.15	0.13
2000		0.51	0.48	0.45	0.42	0.39	0.36	0.34	0.31	0.29	0.27	0.25	0.23	0.21	0.19	0.18	0.16	0.15	0.14	0.12
3000		0.48	0.45	0.42	0.39	0.36	0.34	0.31	0.29	0.27	0.25	0.23	0.21	0.19	0.18	0.16	0.15	0.14	0.13	0.11
4000		0.46	0.42	0.39	0.36	0.34	0.31	0.29	0.27	0.25	0.23	0.21	0.19	0.18	0.16	0.15	0.14	0.13	0.12	0.10

*Value of Weighting Factor (1-W) for The Effect for The Effect of Radiation on ETo
at Different Temperatures and Altitudes*

<i>Temperature °C (1-W) at Altitude m</i>	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40
	0	0.43	0.46	0.49	0.52	0.55	0.58	0.61	0.64	0.66	0.69	0.71	0.73	0.75	0.77	0.80	0.82	0.83	0.84	0.85
500		0.44	0.48	0.51	0.54	0.57	0.60	0.62	0.65	0.67	0.70	0.72	0.74	0.76	0.78	0.81	0.82	0.84	0.85	0.86
1000		0.46	0.49	0.52	0.55	0.58	0.61	0.64	0.66	0.69	0.71	0.73	0.75	0.77	0.79	0.80	0.82	0.83	0.85	0.87
2000		0.49	0.52	0.55	0.58	0.61	0.64	0.66	0.69	0.71	0.73	0.75	0.77	0.79	0.80	0.82	0.83	0.85	0.86	0.88
3000		0.52	0.55	0.58	0.61	0.64	0.66	0.69	0.71	0.73	0.75	0.77	0.79	0.80	0.82	0.83	0.85	0.86	0.87	0.90
4000		0.54	0.58	0.61	0.64	0.66	0.69	0.71	0.73	0.75	0.77	0.79	0.80	0.82	0.83	0.85	0.86	0.87	0.88	0.90

Extra Terrestrial Radiation (Ra) Expressed in Equivalent Evaporation in mm/day

Northern Hemisphere												Lat	Northern Hemisphere											
Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec		Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
3.8	6.1	9.4	12.7	15.8	17.1	16.4	14.1	10.9	7.4	4.5	3.2	50°	17.5	14.7	10.9	7.0	4.2	3.1	3.5	5.5	8.9	12.9	16.5	18.2
4.3	6.6	9.8	13.0	15.9	17.2	16.5	14.3	11.2	7.8	5.0	3.7	48°	17.6	14.9	11.2	7.5	4.7	3.5	4.0	6.0	9.3	13.2	16.6	18.2
4.9	7.1	10.2	13.3	16.0	17.2	16.6	14.5	11.5	8.3	5.5	4.2	46°	17.7	15.1	11.5	7.9	5.2	4.0	4.4	6.5	9.7	13.4	16.7	18.3
5.3	7.6	10.6	13.7	16.1	17.2	16.6	14.7	11.9	8.7	6.0	4.7	44°	17.8	15.3	11.9	8.4	5.7	4.4	4.9	6.9	10.2	13.7	16.7	18.3
5.9	8.1	11.0	14.0	16.2	17.3	16.7	15.0	12.2	9.1	6.5	5.2	42°	17.8	15.5	12.2	8.8	6.1	4.9	5.4	7.4	10.6	14.0	16.8	18.3
6.4	8.6	11.4	14.3	16.4	17.3	16.7	15.2	12.5	9.6	7.0	5.7	40°	17.9	15.7	12.5	9.2	6.6	5.3	5.9	7.9	11.0	14.2	16.9	18.3
6.9	9.0	11.8	14.5	16.4	17.2	16.7	15.3	12.8	10.0	7.5	6.1	38°	17.9	15.8	12.8	9.6	7.1	5.8	6.3	8.3	11.4	14.4	17.0	18.3
7.4	9.4	12.1	14.7	16.4	17.2	16.7	15.4	13.1	10.4	8.0	6.6	36°	17.9	16.0	13.2	10.1	7.5	6.3	6.8	8.8	11.7	14.6	17.0	18.2
7.9	9.8	12.4	14.8	16.5	17.1	16.8	15.5	13.4	10.8	8.5	7.2	34°	17.8	16.1	13.5	10.5	8.0	6.8	7.2	9.2	12.0	14.9	17.1	18.2
8.3	10.2	12.8	15.0	16.5	17.0	16.8	15.6	13.6	11.2	9.0	7.8	32°	17.8	16.2	13.8	10.9	8.5	7.3	7.7	9.6	12.4	15.1	17.2	18.1
8.8	10.7	13.1	15.2	16.5	17.0	16.8	15.7	13.9	11.6	9.5	8.3	30°	17.8	16.4	14.0	11.3	8.9	7.8	8.1	10.1	12.7	15.3	17.3	18.1
9.3	11.1	13.4	15.3	16.5	16.8	16.7	15.7	14.1	12.0	9.9	8.6	28°	17.7	16.4	14.3	11.6	9.3	8.2	8.6	10.4	13.0	15.4	17.2	17.9
9.8	11.5	13.7	15.3	16.4	16.7	16.6	15.7	14.3	12.3	10.3	9.3	26°	17.6	16.4	14.4	12.0	9.7	8.7	9.1	10.9	13.2	15.5	17.2	17.8
10.2	11.9	13.9	15.4	16.4	16.7	16.5	15.8	14.5	12.6	10.7	9.7	24°	17.5	16.5	14.6	12.3	10.2	9.2	9.5	11.2	13.4	15.6	17.1	17.7
10.7	12.3	14.4	15.5	16.3	16.4	16.4	15.8	14.6	13.0	11.1	10.2	22°	17.4	16.5	14.8	12.6	10.6	9.7	10.0	11.6	13.7	15.7	17.0	17.5
11.2	12.7	14.4	15.6	16.3	16.4	16.3	15.9	14.8	13.3	11.6	10.7	20°	17.3	16.5	15.0	13.0	11.0	10.0	10.4	12.0	13.9	15.8	17.0	17.4
11.6	13.0	14.6	15.6	16.1	16.1	16.1	15.8	14.9	13.6	12.0	11.1	18°	17.1	16.5	15.1	13.2	11.4	10.4	10.8	12.3	14.1	15.8	16.8	17.1
12.0	13.3	14.7	15.6	16.0	15.9	15.9	15.7	15.0	13.9	12.4	11.6	16°	16.9	16.4	15.2	13.5	11.7	10.8	11.2	12.6	14.3	15.8	16.7	16.8
12.4	13.6	14.9	15.7	15.8	15.7	15.7	15.7	15.1	14.1	12.8	12.0	14°	16.7	16.4	15.3	13.7	12.1	11.2	11.6	12.9	14.5	15.8	16.5	16.6
12.8	13.9	15.1	15.7	15.7	15.5	15.5	15.6	15.2	14.4	13.3	12.5	12°	16.6	16.3	15.4	14.0	12.5	11.6	12.0	13.2	14.7	15.8	16.4	16.5
13.2	14.2	15.3	15.7	15.5	15.3	15.3	15.5	15.3	14.7	13.6	12.9	10°	16.4	16.3	15.5	14.2	12.8	12.0	12.4	13.5	14.8	15.9	16.2	16.2
13.6	14.5	15.3	15.6	15.3	15.0	15.1	15.4	15.3	14.8	13.9	13.3	8°	16.1	16.1	15.5	14.4	13.1	12.4	12.7	13.7	14.9	15.8	16.0	16.0
13.9	14.8	15.4	15.4	15.1	14.7	14.9	15.2	15.3	15.0	14.2	13.7	6°	15.8	16.0	15.6	14.7	13.4	12.8	13.1	14.0	15.0	15.7	15.8	15.7
14.3	15.0	15.5	15.5	14.9	14.4	14.6	15.1	15.3	15.1	14.5	14.1	4°	15.5	15.8	15.6	14.9	13.8	13.2	13.4	14.3	15.1	15.6	15.5	15.4
14.7	15.3	15.6	15.3	14.6	14.2	14.3	14.9	15.3	15.3	14.8	14.4	2°	15.3	15.7	15.7	15.1	14.1	13.5	13.7	14.5	15.2	15.5	15.3	15.1
15.0	15.5	15.7	15.3	14.4	13.9	14.1	14.8	15.3	15.4	15.1	14.8	0°	15.0	15.5	15.7	15.3	14.4	13.9	14.1	14.8	15.3	15.4	15.1	14.8

*Mean Daily Duration of Maximum Possible Sunshine Hours (N)
for Different Month and Latitudes*

[illegible]

Conversion Factors for extra-Terrestrial Radiation (R_a) to Net Solar Radiation (R_{ns}) for Given Reflection α of 0.25 and Different Ratio of Actual to Maximum Sunshine Hours ($1-\alpha$). (0.25+0.50 n/N)

n/N	0.00	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50	0.55	0.60	0.65	0.70	0.75	0.80	0.85	0.90	0.95	1.00
(1- α). (0.25+.50 n/N)	0.19	0.21	0.22	0.24	0.25	0.28	0.30	0.32	0.34	0.36	0.37	0.39	0.41	0.43	0.45	0.47	0.49	0.51	0.52	0.54	0.56

Effect of Temperature $f(T)$ on Longwave Radiation (R_{nl})

T ⁰ C	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36
f(T)= Tk	11.0	11.4	11.7	12.0	12.4	12.7	13.1	13.5	13.8	14.2	14.6	15.0	15.4	15.9	16.3	16.7	17.2	17.7	18.1

Effect of Temperature $f(T)$ on Longwave Radiation (R_{nl})

mbar	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40
f(e _u)=0.34-0.044 e _u	0.23	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17	0.16	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.09	0.08	0.07	0.06

Effect of the Rate Actual and Maximum Bright Sunshine Hours $f(n/N)$ on Longwave Radiation (R_{NL})

n/N	0.00	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50	0.55	0.60	0.65	0.70	0.75	0.80	0.85	0.90	0.95
f(n/N)=0.1+0.9 n/N	0.10	0.15	0.19	0.24	0.28	0.33	0.37	0.42	0.46	0.51	0.55	0.60	0.64	0.69	0.73	0.78	0.82	0.87	0.91	1.00

Adjustment Factor (c) in Presented Penman Equation

mm/day m/sec	Rh _{max} =30%				Rh _{max} =30%				Rh _{max} =30%			
	3	6	9	12	3	6	9	12	3	6	9	12
U _{day} /U _{night} = 4.0												
0	0.86	0.9	1	1	0.96	0.98	1.05	1.05	1.02	1.06	1.1	1.1
3	0.79	0.84	0.92	0.97	0.92	1	1.11	1.19	0.99	1.1	1.27	1.32
6	0.68	0.77	0.87	0.98	0.85	0.96	1.11	1.19	0.94	1.1	1.26	1.33
9	0.55	0.65	0.78	0.9	0.76	0.88	1.02	1.14	0.88	1.01	1.16	1.27
U _{day} /U _{night} = 3.0												
0	0.86	0.9	1	1	0.96	0.98	1.05	1.05	1.02	1.06	1.1	1.1
3	0.76	0.81	0.88	0.94	0.87	0.96	1.06	1.12	0.94	1.04	1.18	1.28
6	0.61	0.68	0.81	0.88	0.77	0.88	1.02	1.1	0.86	1.01	1.15	1.22
9	0.46	0.56	0.72	0.82	0.67	0.79	0.88	1.05	0.78	0.92	1.06	1.18
U _{day} /U _{night} = 2.0												
0	0.86	0.9	1	1	0.96	0.98	1.05	1.05	1.02	1.06	1.1	1.1
3	0.69	0.76	0.85	0.92	0.83	0.91	0.99	1.05	0.89	0.98	1.1	1.14
6	0.53	0.61	0.74	0.84	0.7	0.8	0.94	1.02	0.79	0.92	1.05	1.12
9	0.37	0.48	0.65	0.76	0.59	0.7	0.84	0.95	0.71	0.81	0.96	1.06
U _{day} /U _{night} = 1.0												
0	0.86	0.9	1	1	0.96	0.98	1.05	1.05	1.02	1.06	1.1	1.1
3	0.86	0.71	0.82	0.89	0.78	0.86	0.94	0.99	0.85	0.92	1.01	1.05
6	0.43	0.53	0.68	0.79	0.62	0.7	0.84	0.93	0.72	0.82	0.95	1
9	0.27	0.41	0.59	0.7	0.5	0.6	0.75	0.87	0.62	0.72	0.87	0.96

POLA OPERASI WADUK SELOREJO PLTA SELOREJO

MUSIM HUJAN 2017/2018 & MUSIM KEMARAU 2018

KONDISI KERING (80%)

Volume Efektif Awal : **33,23** x 10⁶ m³

Elevasi Awal : **615,24** m

BLN/DKD		INFLOW (m ³ /dtk)	OUTFLOW				EVA PORASI (x 10 ⁶ m ³)	TINGGI TERJUN (m)	BEBAN TOTAL (MW)	ENERGI (MWh)	ELEVASI AKHIR (m)	JAM OPERASI (jam)
			TURBIN (m ³ /dtk)	H J V (m ³ /dtk)	SPILLWAY (m ³ /dtk)	TOTAL (m ³ /dtk)						
1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
DES	1	9,47	10,35	-	-	10,35	0,06	38,5	3,13	600,43	615,04	19,20
	2	9,47	10,35	-	-	10,35	0,06	38,5	3,13	600,43	614,83	19,20
	3	9,47	10,35	-	-	10,35	0,06	38,5	3,13	600,43	614,62	19,20
JAN	1	13,70	10,35	-	-	10,35	0,05	38,5	3,13	600,43	615,34	19,20
	2	13,70	10,35	-	-	10,35	0,05	38,5	3,13	600,43	616,06	19,20
	3	13,70	10,35	-	-	10,35	0,05	38,5	3,13	600,43	616,78	19,20
FEB	1	14,09	11,46	-	-	11,46	0,04	38,5	3,46	664,76	617,35	19,20
	2	14,09	11,46	-	-	11,46	0,04	38,5	3,46	664,76	617,91	19,20
	3	14,09	11,46	-	-	11,46	0,04	38,5	3,46	664,76	618,48	19,20
MAR	1	14,35	10,35	-	-	10,35	0,05	38,5	3,13	600,43	619,34	19,20
	2	14,35	10,35	-	-	10,35	0,05	38,5	3,13	600,43	620,20	19,20
	3	14,35	10,35	-	-	10,35	0,05	38,5	3,13	600,43	621,06	19,20
APR	1	12,79	10,69	-	-	10,69	0,05	38,5	3,23	620,44	621,51	19,20
	2	12,79	10,69	-	-	10,69	0,05	38,5	3,23	620,44	621,95	19,20
	3	12,79	10,69	-	-	10,69	0,05	38,5	3,23	620,44	622,40	19,20
MEI	1	10,73	10,35	-	-	10,35	0,06	38,5	3,13	600,43	622,47	19,20
	2	10,73	10,35	-	-	10,35	0,06	38,5	3,13	600,43	622,53	19,20
	3	10,73	10,35	-	-	10,35	0,06	38,5	3,13	600,43	622,60	19,20

POLA OPERASI WADUK SELOREJO PLTA SELOREJO
MUSIM HUJAN 2017/2018 & MUSIM KEMARAU 2018
KONDISI KERING (80%)

Elevasi Awal : **615,24** m

BLN/DKD		INFLOW (m ³ /dtk)	OUTFLOW				EVA PORASI (x10 ⁶ m ³)	TINGGI TERJUN (m)	BEBAN TOTAL (MW)	ENERGI (MWh)	ELEVASI AKHIR (m)	JAM OPERASI (jam)
			TURBIN (m ³ /dtk)	H J V (m ³ /dtk)	SPILLWAY (m ³ /dtk)	TOTAL (m ³ /dtk)						
1		2	3	4	5	6			8	9	10	11
JUN	1	8,29	10,69	-	-	10,69	0,06	38,5	3,23	620,44	622,06	19,20
	2	8,29	10,69	-	-	10,69	0,06	38,5	3,23	620,44	621,52	19,20
	3	8,29	10,69	-	-	10,69	0,06	38,5	3,23	620,44	620,98	19,20
JUL	1	7,10	10,35	-	-	10,35	0,06	38,5	3,13	600,43	620,25	19,20
	2	7,10	10,35	-	-	10,35	0,06	38,5	3,13	600,43	619,53	19,20
	3	7,10	10,35	-	-	10,35	0,06	38,5	3,13	600,43	618,80	19,20
AGT	1	6,56	10,35	-	-	10,35	0,06	38,5	3,13	600,43	617,96	19,20
	2	6,56	10,35	-	-	10,35	0,06	38,5	3,13	600,43	617,11	19,20
	3	6,56	10,35	-	-	10,35	0,06	38,5	3,13	600,43	616,27	19,20
SEP	1	6,18	10,69	-	-	10,69	0,05	38,5	3,23	620,44	615,27	19,20
	2	6,18	10,69	-	-	10,69	0,05	38,5	3,23	620,44	614,27	19,20
	3	6,18	10,69	-	-	10,69	0,05	38,5	3,23	620,44	613,27	19,20
OKT	1	6,41	10,35	-	-	10,35	0,06	38,5	3,13	600,43	612,39	19,20
	2	6,41	10,35	-	-	10,35	0,06	38,5	3,13	600,43	611,51	19,20
	3	6,41	10,35	-	-	10,35	0,06	38,5	3,13	600,43	610,64	19,20
NOP	1	8,80	10,69	-	-	10,69	0,06	38,5	3,23	620,44	610,21	19,20
	2	8,80	10,69	-	-	10,69	0,06	38,5	3,23	620,44	609,78	19,20
	3	8,80	10,69	-	-	10,69	0,06	38,5	3,23	620,44	609,35	19,20
Total :										22.048,59	MWh	
Rata-rata										3,19	MW	

POLA OPERASI KTH MENDALAN (PLTA MENDALAN)
MUSIM HUJAN 2017/2018 & MUSIM KEMARAU 2018
KONDISI KERING (80%)

Elevasi Awal : - m

BLN/DKD		INFLOW	OUTFLOW					TINGGI	BEBAN	ENERGI	JAM
			TURBIN 1	TURBIN 2	TURBIN 3	TURBIN 4	TOTAL	TERJUN	TOTAL		OPERASI
		(m ³ /dtk)	(m ³ /dtk)	(m ³ /dtk)	(m ³ /dtk)	(m ³ /dtk)	(m ³ /dtk)	(m)	(MW)	(MWh)	(jam)
1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
DES	1	10,35	0,00	4,16	4,31	1,90	10,37	166	16,89	3.242,33	19,20
	2	10,35	0,00	4,16	4,31	1,90	10,37	166	16,89	3.242,33	19,20
	3	10,35	0,00	4,16	4,31	1,90	10,37	166	16,89	3.242,33	19,20
JAN	1	10,35	4,16	4,31	1,91	0,00	10,38	166	16,90	3.245,46	19,20
	2	10,35	4,16	4,31	1,91	0,00	10,38	166	16,90	3.245,46	19,20
	3	10,35	4,16	4,31	1,91	0,00	10,38	166	16,90	3.245,46	19,20
FEB	1	11,46	4,16	0,00	4,31	1,91	10,38	166	16,90	3.245,46	19,20
	2	11,46	4,16	0,00	4,31	1,91	10,38	166	16,90	3.245,46	19,20
	3	11,46	4,16	0,00	4,31	1,91	10,38	166	16,90	3.245,46	19,20
MAR	1	10,35	0,00	4,16	4,31	1,91	10,38	166	16,90	3.245,46	19,20
	2	10,35	0,00	4,16	4,31	1,91	10,38	166	16,90	3.245,46	19,20
	3	10,35	0,00	4,16	4,31	1,91	10,38	166	16,90	3.245,46	19,20
APR	1	10,69	4,16	4,31	1,90	0,00	10,37	166	16,89	3.242,33	19,20
	2	10,69	4,16	4,31	1,90	0,00	10,37	166	16,89	3.242,33	19,20
	3	10,69	4,16	4,31	1,90	0,00	10,37	166	16,89	3.242,33	19,20
MEI	1	10,35	4,16	0,00	4,31	1,89	10,36	166	16,87	3.239,20	19,20
	2	10,35	4,16	0,00	4,31	1,89	10,36	166	16,87	3.239,20	19,20
	3	10,35	4,16	0,00	4,31	1,89	10,36	166	16,87	3.239,20	19,20

POLA OPERASI KTH MENDALAN (PLTA MENDALAN)
MUSIM HUJAN 2017/2018 & MUSIM KEMARAU 2018
KONDISI KERING (80%)

Elevasi Awal : - m

BLN/DKD		INFLOW	OUTFLOW					TINGGI	BEBAN	ENERGI	JAM
			TURBIN 1	TURBIN 2	TURBIN 3	TURBIN 4	TOTAL	TERJUN	TOTAL		OPERASI
		(m ³ /dtk)	(m ³ /dtk)	(m ³ /dtk)	(m ³ /dtk)	(m ³ /dtk)	(m ³ /dtk)	(m)	(MW)	(MWh)	(jam)
1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
JUN	1	10,69	0,00	4,16	4,31	1,89	10,36	166	16,87	3.239,20	19,20
	2	10,69	0,00	4,16	4,31	1,89	10,36	166	16,87	3.239,20	19,20
	3	10,69	0,00	4,16	4,31	1,89	10,36	166	16,87	3.239,20	19,20
JUL	1	10,35	4,16	4,31	1,89	0,00	10,36	166	16,87	3.239,20	19,20
	2	10,35	4,16	4,31	1,89	0,00	10,36	166	16,87	3.239,20	19,20
	3	10,35	4,16	4,31	1,89	0,00	10,36	166	16,87	3.239,20	19,20
AGT	1	10,35	4,16	0,00	4,31	1,89	10,36	166	16,87	3.239,20	19,20
	2	10,35	4,16	0,00	4,31	1,89	10,36	166	16,87	3.239,20	19,20
	3	10,35	4,16	0,00	4,31	1,89	10,36	166	16,87	3.239,20	19,20
SEP	1	10,69	0,00	4,16	4,31	1,88	10,35	166	16,85	3.236,08	19,20
	2	10,69	0,00	4,16	4,31	1,88	10,35	166	16,85	3.236,08	19,20
	3	10,69	0,00	4,16	4,31	1,88	10,35	166	16,85	3.236,08	19,20
OKT	1	10,35	4,16	4,31	1,89	0,00	10,36	166	16,87	3.239,20	19,20
	2	10,35	4,16	4,31	1,89	0,00	10,36	166	16,87	3.239,20	19,20
	3	10,35	4,16	4,31	1,89	0,00	10,36	166	16,87	3.239,20	19,20
NOP	1	10,69	4,16	0,00	4,31	1,90	10,37	166	16,89	3.242,33	19,20
	2	10,69	4,16	0,00	4,31	1,90	10,37	166	16,89	3.242,33	19,20
	3	10,69	4,16	0,00	4,31	1,90	10,37	166	16,89	3.242,33	19,20
Total :									116.686,32	MWh	
Rata-rata									16,88	MW	

POLA OPERASI KTH SIMAN (PLTA SIMAN)
MUSIM HUJAN 2017/2018 & MUSIM KEMARAU 2018
KONDISI KERING (80%)

Elevasi Awal : - m

BLN/DKD		INFLOW (m ³ /dtk)	OUTFLOW				TINGGI TERJUN (m)	BEBAN TOTAL (MW)	ENERGI (MWh)	JAM OPERASI (jam)
			TURBIN 1 (m ³ /dtk)	TURBIN 2 (m ³ /dtk)	TURBIN 3 (m ³ /dtk)	TOTAL (m ³ /dtk)				
1		2	3	4	5	6	7	8	9	10
DES	1	10,37	5,30	0,00	5,03	10,33	104,75	8,49	1.630,48	19,20
	2	10,37	5,30	0,00	5,03	10,33	104,75	8,49	1.630,48	19,20
	3	10,37	5,30	0,00	5,03	10,33	104,75	8,49	1.630,48	19,20
JAN	1	10,38	5,30	5,16	0,00	10,46	104,75	8,60	1.651,00	19,20
	2	10,38	5,30	5,16	0,00	10,46	104,75	8,60	1.651,00	19,20
	3	10,38	5,30	5,16	0,00	10,46	104,75	8,60	1.651,00	19,20
FEB	1	10,38	0,00	5,30	5,16	10,46	104,75	8,60	1.651,00	19,20
	2	10,38	0,00	5,30	5,16	10,46	104,75	8,60	1.651,00	19,20
	3	10,38	0,00	5,30	5,16	10,46	104,75	8,60	1.651,00	19,20
MAR	1	10,38	5,30	0,00	5,03	10,33	104,75	8,49	1.630,48	19,20
	2	10,38	5,30	0,00	5,03	10,33	104,75	8,49	1.630,48	19,20
	3	10,38	5,30	0,00	5,03	10,33	104,75	8,49	1.630,48	19,20
APR	1	10,37	5,30	5,16	0,00	10,46	104,75	8,60	1.651,00	19,20
	2	10,37	5,30	5,16	0,00	10,46	104,75	8,60	1.651,00	19,20
	3	10,37	5,30	5,16	0,00	10,46	104,75	8,60	1.651,00	19,20
MEI	1	10,36	0,00	5,30	5,16	10,46	104,75	8,60	1.651,00	19,20
	2	10,36	0,00	5,30	5,16	10,46	104,75	8,60	1.651,00	19,20
	3	10,36	0,00	5,30	5,16	10,46	104,75	8,60	1.651,00	19,20

**POLA OPERASI KTH SIMAN (PLTA SIMAN)
MUSIM HUJAN 2017/2018 & MUSIM KEMARAU 2018
KONDISI KERING (80%)**

Elevasi Awal : - m

BLN/DKD		INFLOW (m³/dtk)	OUTFLOW				TINGGI TERJUN (m)	BEBAN TOTAL (MW)	ENERGI (MWh)	JAM OPERASI (jam)
			TURBIN (m³/dtk)	H J V (m³/dtk)	SPILLWAY (m³/dtk)	TOTAL (m³/dtk)				
1		2	3	4	5	6	7	8	9	10
JUN	1	10,36	5,30	0,00	5,03	10,33	104,75	8,49	1.630,48	19,20
	2	10,36	5,30	0,00	5,03	10,33	104,75	8,49	1.630,48	19,20
	3	10,36	5,30	0,00	5,03	10,33	104,75	8,49	1.630,48	19,20
JUL	1	10,36	5,30	5,16	0,00	10,46	104,75	8,60	1.651,00	19,20
	2	10,36	5,30	5,16	0,00	10,46	104,75	8,60	1.651,00	19,20
	3	10,36	5,30	5,16	0,00	10,46	104,75	8,60	1.651,00	19,20
AGT	1	10,36	0,00	5,30	5,16	10,46	104,75	8,60	1.651,00	19,20
	2	10,36	0,00	5,30	5,16	10,46	104,75	8,60	1.651,00	19,20
	3	10,36	0,00	5,30	5,16	10,46	104,75	8,60	1.651,00	19,20
SEP	1	10,35	5,30	0,00	5,03	10,33	104,75	8,49	1.630,48	19,20
	2	10,35	5,30	0,00	5,03	10,33	104,75	8,49	1.630,48	19,20
	3	10,35	5,30	0,00	5,03	10,33	104,75	8,49	1.630,48	19,20
OKT	1	10,36	5,30	5,16	0,00	10,46	104,75	8,60	1.651,00	19,20
	2	10,36	5,30	5,16	0,00	10,46	104,75	8,60	1.651,00	19,20
	3	10,36	5,30	5,16	0,00	10,46	104,75	8,60	1.651,00	19,20
NOP	1	10,37	0,00	5,30	5,16	10,46	104,75	8,60	1.651,00	19,20
	2	10,37	0,00	5,30	5,16	10,46	104,75	8,60	1.651,00	19,20
	3	10,37	0,00	5,30	5,16	10,46	104,75	8,60	1.651,00	19,20
Total :									59.189,62	MWh
Rata-rata									8,56	MW

Tabel 1. Perhitungan Mass Curve KTH Mendalan Harian pada Bulan Februari

Jam Ke	Presipitasi Rata-rata (Inflow)	Evaporasi (Outflow)	Q.in	Q.out	Vol. Inflow	V.Outflow	V.In. Kum.	V.Out. Kum.	V. In. Kum - V. Out. Kum	Volume Akhir
	m ³	m ³	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	88909,10
0,2	19,27	0,94	11,46	0,00	8270,47	0,94	8270,47	0,94	8269,53	97178,63
0,4	19,27	0,94	11,46	0,00	8270,47	0,94	16540,94	1,88	16539,06	105448,15
0,6	19,27	0,94	11,46	0,00	8270,47	0,94	24811,41	2,83	24808,58	113717,68
0,8	19,27	0,94	11,46	0,00	8270,47	0,94	33081,88	3,77	33078,11	121987,21
1	19,27	0,94	11,46	0,00	8270,47	0,94	41352,35	4,71	41347,64	130256,74
1,2	19,27	0,94	11,46	11,49	8270,47	8273,74	49622,82	8278,45	41344,37	130253,47
1,4	19,27	0,94	11,46	11,49	8270,47	8273,74	57893,29	16552,19	41341,10	130250,19
1,6	19,27	0,94	11,46	11,49	8270,47	8273,74	66163,76	24825,94	41337,82	130246,92
1,8	19,27	0,94	11,46	11,49	8270,47	8273,74	74434,23	33099,68	41334,55	130243,65
2	19,27	0,94	11,46	11,49	8270,47	8273,74	82704,70	41373,42	41331,28	130240,38
2,2	19,27	0,94	11,46	11,49	8270,47	8273,74	90975,17	49647,16	41328,01	130237,11
2,4	19,27	0,94	11,46	11,49	8270,47	8273,74	99245,64	57920,90	41324,74	130233,83
2,6	19,27	0,94	11,46	11,49	8270,47	8273,74	107516,11	66194,65	41321,46	130230,56
2,8	19,27	0,94	11,46	11,49	8270,47	8273,74	115786,58	74468,39	41318,19	130227,29
3	19,27	0,94	11,46	11,49	8270,47	8273,74	124057,05	82742,13	41314,92	130224,02
3,2	19,27	0,94	11,46	11,49	8270,47	8273,74	132327,52	91015,87	41311,65	130220,75
3,4	19,27	0,94	11,46	11,49	8270,47	8273,74	140597,99	99289,61	41308,38	130217,47
3,6	19,27	0,94	11,46	11,49	8270,47	8273,74	148868,46	107563,36	41305,10	130214,20
3,8	19,27	0,94	11,46	11,49	8270,47	8273,74	157138,93	115837,10	41301,83	130210,93
4	19,27	0,94	11,46	11,49	8270,47	8273,74	165409,40	124110,84	41298,56	130207,66
4,2	19,27	0,94	11,46	11,49	8270,47	8273,74	173679,87	132384,58	41295,29	130204,39
4,4	19,27	0,94	11,46	11,49	8270,47	8273,74	181950,34	140658,32	41292,02	130201,11
4,6	19,27	0,94	11,46	11,49	8270,47	8273,74	190220,81	148932,07	41288,74	130197,84
4,8	19,27	0,94	11,46	11,49	8270,47	8273,74	198491,28	157205,81	41285,47	130194,57
5	19,27	0,94	0,00	11,49	19,27	8273,74	198510,55	165479,55	33031,00	121940,10
5,2	19,27	0,94	0,00	11,49	19,27	8273,74	198529,82	173753,29	24776,53	113685,63
5,4	19,27	0,94	0,00	11,49	19,27	8273,74	198549,09	182027,03	16522,06	105431,15
5,6	19,27	0,94	0,00	11,49	19,27	8273,74	198568,36	190300,78	8267,58	97176,68
5,8	19,27	0,94	0,00	11,49	19,27	8273,74	198587,63	198574,52	13,11	88922,21
6	19,27	0,94	11,46	0,00	8270,47	0,94	206858,10	198575,46	8282,64	97191,74
6,2	19,27	0,94	11,46	0,00	8270,47	0,94	215128,57	198576,40	16552,17	105461,27
6,4	19,27	0,94	11,46	0,00	8270,47	0,94	223399,04	198577,34	24821,70	113730,79

Tabel 2. Perhitungan Mass Curve KTH Mendalan Harian pada Bulan Februari (Lanjutan)

Jam Ke	Presipitasi Rata-rata (Inflow)	Evaporasi (Outflow)	Q.in	Q.out	Vol. Inflow	V. Outflow	V.In. Kum.	V.Out. Kum.	V. In. Kum - V. Out. Kum	Volume Akhir
	m ³	m ³	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
6,6	19,27	0,94	11,46	0,00	8270,47	0,94	231669,51	198578,29	33091,22	122000,32
6,8	19,27	0,94	11,46	0,00	8270,47	0,94	239939,98	198579,23	41360,75	130269,85
7	19,27	0,94	11,46	11,49	8270,47	8273,74	248210,45	206852,97	41357,48	130266,58
7,2	19,27	0,94	11,46	11,49	8270,47	8273,74	256480,92	215126,71	41354,21	130263,31
7,4	19,27	0,94	11,46	11,49	8270,47	8273,74	264751,39	223400,45	41350,94	130260,03
7,6	19,27	0,94	11,46	11,49	8270,47	8273,74	273021,86	231674,20	41347,66	130256,76
7,8	19,27	0,94	11,46	11,49	8270,47	8273,74	281292,33	239947,94	41344,39	130253,49
8	19,27	0,94	11,46	11,49	8270,47	8273,74	289562,80	248221,68	41341,12	130250,22
8,2	19,27	0,94	11,46	11,49	8270,47	8273,74	297833,27	256495,42	41337,85	130246,94
8,4	19,27	0,94	11,46	11,49	8270,47	8273,74	306103,74	264769,17	41334,57	130243,67
8,6	19,27	0,94	11,46	11,49	8270,47	8273,74	314374,21	273042,91	41331,30	130240,40
8,8	19,27	0,94	11,46	11,49	8270,47	8273,74	322644,68	281316,65	41328,03	130237,13
9	19,27	0,94	11,46	11,49	8270,47	8273,74	330915,15	289590,39	41324,76	130233,86
9,2	19,27	0,94	11,46	11,49	8270,47	8273,74	339185,62	297864,13	41321,49	130230,58
9,4	19,27	0,94	11,46	11,49	8270,47	8273,74	347456,09	306137,88	41318,21	130227,31
9,6	19,27	0,94	11,46	11,49	8270,47	8273,74	355726,56	314411,62	41314,94	130224,04
9,8	19,27	0,94	11,46	11,49	8270,47	8273,74	363997,03	322685,36	41311,67	130220,77
10	19,27	0,94	11,46	11,49	8270,47	8273,74	372267,50	330959,10	41308,40	130217,50
10,2	19,27	0,94	11,46	11,49	8270,47	8273,74	380537,97	339232,84	41305,13	130214,22
10,4	19,27	0,94	11,46	11,49	8270,47	8273,74	388808,44	347506,59	41301,85	130210,95
10,6	19,27	0,94	11,46	11,49	8270,47	8273,74	397078,91	355780,33	41298,58	130207,68
10,8	19,27	0,94	0,00	11,49	19,27	8273,74	397098,18	364054,07	33044,11	121953,21
11	19,27	0,94	0,00	11,49	19,27	8273,74	397117,45	372327,81	24789,64	113698,74
11,2	19,27	0,94	0,00	11,49	19,27	8273,74	397136,72	380601,55	16535,17	105444,26
11,4	19,27	0,94	0,00	11,49	19,27	8273,74	397155,99	388875,30	8280,69	97189,79
11,6	19,27	0,94	0,00	11,49	19,27	8273,74	397175,26	397149,04	26,22	88935,32
11,8	19,27	0,94	11,46	0,00	8270,47	0,94	405445,73	397149,98	8295,75	97204,85
12	19,27	0,94	11,46	0,00	8270,47	0,94	413716,20	397150,92	16565,28	105474,38
12,2	19,27	0,94	11,46	0,00	8270,47	0,94	421986,67	397151,86	24834,81	113743,90
12,4	19,27	0,94	11,46	0,00	8270,47	0,94	430257,14	397152,81	33104,33	122013,43
12,6	19,27	0,94	11,46	0,00	8270,47	0,94	438527,61	397153,75	41373,86	130282,96
12,8	19,27	0,94	11,46	11,49	8270,47	8273,74	446798,08	405427,49	41370,59	130279,69
13	19,27	0,94	11,46	11,49	8270,47	8273,74	455068,55	413701,23	41367,32	130276,42
13,2	19,27	0,94	11,46	11,49	8270,47	8273,74	463339,02	421974,97	41364,05	130273,14

Tabel 3. Perhitungan Mass Curve KTH Mendalan Harian pada Bulan Februari (Lanjutan)

Jam Ke	Presipitasi Rata-rata (Inflow)	Evaporasi (Outflow)	Q.in	Q.out	Vol. Inflow	V.Outflow	V.In. Kum.	V.Out. Kum.	V. In. Kum - V. Out. Kum	Volume Akhir
	m ³	m ³	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
13,4	19,27	0,94	11,46	11,49	8270,47	8273,74	471609,49	430248,72	41360,77	130269,87
13,6	19,27	0,94	11,46	11,49	8270,47	8273,74	479879,96	438522,46	41357,50	130266,60
13,8	19,27	0,94	11,46	11,49	8270,47	8273,74	488150,43	446796,20	41354,23	130263,33
14	19,27	0,94	11,46	11,49	8270,47	8273,74	496420,90	455069,94	41350,96	130260,06
14,2	19,27	0,94	11,46	11,49	8270,47	8273,74	504691,37	463343,68	41347,69	130256,78
14,4	19,27	0,94	11,46	11,49	8270,47	8273,74	512961,84	471617,43	41344,41	130253,51
14,6	19,27	0,94	11,46	11,49	8270,47	8273,74	521232,31	479891,17	41341,14	130250,24
14,8	19,27	0,94	11,46	11,49	8270,47	8273,74	529502,78	488164,91	41337,87	130246,97
15	19,27	0,94	11,46	11,49	8270,47	8273,74	537773,25	496438,65	41334,60	130243,70
15,2	19,27	0,94	11,46	11,49	8270,47	8273,74	546043,72	504712,39	41331,33	130240,42
15,4	19,27	0,94	11,46	11,49	8270,47	8273,74	554314,19	512986,14	41328,05	130237,15
15,6	19,27	0,94	11,46	11,49	8270,47	8273,74	562584,66	521259,88	41324,78	130233,88
15,8	19,27	0,94	11,46	11,49	8270,47	8273,74	570855,13	529533,62	41321,51	130230,61
16	19,27	0,94	11,46	11,49	8270,47	8273,74	579125,60	537807,36	41318,24	130227,34
16,2	19,27	0,94	11,46	11,49	8270,47	8273,74	587396,07	546081,10	41314,97	130224,06
16,4	19,27	0,94	11,46	11,49	8270,47	8273,74	595666,54	554354,85	41311,69	130220,79
16,6	19,27	0,94	0,00	11,49	19,27	8273,74	595685,81	562628,59	33057,22	121966,32
16,8	19,27	0,94	0,00	11,49	19,27	8273,74	595705,08	570902,33	24802,75	113711,85
17	19,27	0,94	0,00	11,49	19,27	8273,74	595724,35	579176,07	16548,28	105457,38
17,2	19,27	0,94	0,00	11,49	19,27	8273,74	595743,62	587449,81	8293,81	97202,90
17,4	19,27	0,94	0,00	11,49	19,27	8273,74	595762,89	595723,56	39,33	88948,43
17,6	19,27	0,94	11,46	0,00	8270,47	0,94	604033,36	595724,50	8308,86	97217,96
17,8	19,27	0,94	11,46	0,00	8270,47	0,94	612303,83	595725,44	16578,39	105487,49
18	19,27	0,94	11,46	0,00	8270,47	0,94	620574,30	595726,38	24847,92	113757,02
18,2	19,27	0,94	11,46	0,00	8270,47	0,94	628844,77	595727,32	33117,45	122026,54
18,4	19,27	0,94	11,46	0,00	8270,47	0,94	637115,24	595728,27	41386,97	130296,07
18,6	19,27	0,94	11,46	11,49	8270,47	8273,74	645385,71	604002,01	41383,70	130292,80
18,8	19,27	0,94	11,46	11,49	8270,47	8273,74	653656,18	612275,75	41380,43	130289,53
19	19,27	0,94	11,46	11,49	8270,47	8273,74	661926,65	620549,49	41377,16	130286,26
19,2	19,27	0,94	11,46	11,49	8270,47	8273,74	670197,12	628823,23	41373,89	130282,98
19,4	19,27	0,94	11,46	11,49	8270,47	8273,74	678467,59	637096,98	41370,61	130279,71
19,6	19,27	0,94	11,46	11,49	8270,47	8273,74	686738,06	645370,72	41367,34	130276,44
19,8	19,27	0,94	11,46	11,49	8270,47	8273,74	695008,53	653644,46	41364,07	130273,17
20	19,27	0,94	11,46	11,49	8270,47	8273,74	703279,00	661918,20	41360,80	130269,90
20,2	19,27	0,94	11,46	11,49	8270,47	8273,74	711549,47	670191,94	41357,53	130266,62

Tabel 4. Perhitungan Mass Curve KTH Mendalan Harian pada Bulan Februari (Lanjutan)

Jam Ke	Presipitasi Rata-rata (Inflow)	Evaporasi (Outflow)	Q.in	Q.out	Vol. Inflow	V.Outflow	V.In. Kum.	V.Out. Kum.	V. In. Kum - V. Out. Kum	Volume Akhir
	m ³	m ³	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
20,4	19,27	0,94	11,46	11,49	8270,47	8273,74	719819,94	678465,69	41354,25	130263,35
20,6	19,27	0,94	11,46	11,49	8270,47	8273,74	728090,41	686739,43	41350,98	130260,08
20,8	19,27	0,94	11,46	11,49	8270,47	8273,74	736360,88	695013,17	41347,71	130256,81
21	19,27	0,94	11,46	11,49	8270,47	8273,74	744631,35	703286,91	41344,44	130253,54
21,2	19,27	0,94	11,46	11,49	8270,47	8273,74	752901,82	711560,65	41341,17	130250,26
21,4	19,27	0,94	11,46	11,49	8270,47	8273,74	761172,29	719834,40	41337,89	130246,99
21,6	19,27	0,94	11,46	11,49	8270,47	8273,74	769442,76	728108,14	41334,62	130243,72
21,8	19,27	0,94	11,46	11,49	8270,47	8273,74	777713,23	736381,88	41331,35	130240,45
22	19,27	0,94	11,46	11,49	8270,47	8273,74	785983,70	744655,62	41328,08	130237,18
22,2	19,27	0,94	11,46	11,49	8270,47	8273,74	794254,17	752929,36	41324,81	130233,90
22,4	19,27	0,94	0,00	11,49	19,27	8273,74	794273,44	761203,11	33070,33	121979,43
22,6	19,27	0,94	0,00	11,49	19,27	8273,74	794292,71	769476,85	24815,86	113724,96
22,8	19,27	0,94	0,00	11,49	19,27	8273,74	794311,98	777750,59	16561,39	105470,49
23	19,27	0,94	0,00	11,49	19,27	8273,74	794331,25	786024,33	8306,92	97216,01
23,2	19,27	0,94	0,00	11,49	19,27	8273,74	794350,52	794298,08	52,44	88961,54
23,4	19,27	0,94	0,00	0,00	19,27	0,94	794369,79	794299,02	70,77	88979,87
23,6	19,27	0,94	0,00	0,00	19,27	0,94	794389,06	794299,96	89,10	88998,20
23,8	19,27	0,94	0,00	0,00	19,27	0,94	794408,33	794300,90	107,43	89016,53
24	19,27	0,94	0,00	0,00	19,27	0,94	794427,60	794301,84	125,76	89034,85

Tabel 2. Perhitungan Mass Curve KTH Mendalan Harian pada Bulan Maret

Jam Ke	Presipitasi Rata-rata (Inflow)	Evaporasi (Outflow)	Q.in	Q.out	Vol. Inflow	V.Outflow	V.In. Kum.	V.Out. Kum.	V. In. Kum - V. Out. Kum	Volume Akhir
	m ³	m ³	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	89034,85
0,2	16,96	0,98	10,35	0,00	7468,96	0,98	7468,96	0,98	7467,98	96502,83
0,4	16,96	0,98	10,35	0,00	7468,96	0,98	14937,92	1,97	14935,95	103970,81
0,6	16,96	0,98	10,35	0,00	7468,96	0,98	22406,88	2,95	22403,93	111438,79
0,8	16,96	0,98	10,35	0,00	7468,96	0,98	29875,84	3,93	29871,91	118906,76
1	16,96	0,98	10,35	0,00	7468,96	0,98	37344,80	4,91	37339,89	126374,74
1,2	16,96	0,98	10,35	10,38	7468,96	7474,58	44813,76	7479,50	37334,26	126369,12
1,4	16,96	0,98	10,35	10,38	7468,96	7474,58	52282,72	14954,08	37328,64	126363,50
1,6	16,96	0,98	10,35	10,38	7468,96	7474,58	59751,68	22428,66	37323,02	126357,87
1,8	16,96	0,98	10,35	10,38	7468,96	7474,58	67220,64	29903,24	37317,40	126352,25
2	16,96	0,98	10,35	10,38	7468,96	7474,58	74689,60	37377,83	37311,77	126346,63
2,2	16,96	0,98	10,35	10,38	7468,96	7474,58	82158,56	44852,41	37306,15	126341,01
2,4	16,96	0,98	10,35	10,38	7468,96	7474,58	89627,52	52326,99	37300,53	126335,38
2,6	16,96	0,98	10,35	10,38	7468,96	7474,58	97096,48	59801,57	37294,91	126329,76
2,8	16,96	0,98	10,35	10,38	7468,96	7474,58	104565,44	67276,16	37289,28	126324,14
3	16,96	0,98	10,35	10,38	7468,96	7474,58	112034,40	74750,74	37283,66	126318,52
3,2	16,96	0,98	10,35	10,38	7468,96	7474,58	119503,36	82225,32	37278,04	126312,89
3,4	16,96	0,98	10,35	10,38	7468,96	7474,58	126972,32	89699,90	37272,42	126307,27
3,6	16,96	0,98	10,35	10,38	7468,96	7474,58	134441,28	97174,49	37266,79	126301,65
3,8	16,96	0,98	10,35	10,38	7468,96	7474,58	141910,24	104649,07	37261,17	126296,03
4	16,96	0,98	10,35	10,38	7468,96	7474,58	149379,20	112123,65	37255,55	126290,40
4,2	16,96	0,98	10,35	10,38	7468,96	7474,58	156848,16	119598,23	37249,93	126284,78
4,4	16,96	0,98	10,35	10,38	7468,96	7474,58	164317,12	127072,82	37244,30	126279,16
4,6	16,96	0,98	10,35	10,38	7468,96	7474,58	171786,08	134547,40	37238,68	126273,54
4,8	16,96	0,98	10,35	10,38	7468,96	7474,58	179255,04	142021,98	37233,06	126267,91
5	16,96	0,98	0,00	10,38	16,96	7474,58	179272,00	149496,56	29775,44	118810,29
5,2	16,96	0,98	0,00	10,38	16,96	7474,58	179288,96	156971,15	22317,81	111352,67
5,4	16,96	0,98	0,00	10,38	16,96	7474,58	179305,92	164445,73	14860,19	103895,05
5,6	16,96	0,98	0,00	10,38	16,96	7474,58	179322,88	171920,31	7402,57	96437,42
5,8	16,96	0,98	0,00	10,38	16,96	7474,58	179339,84	179394,89	-55,05	88979,80
6	16,96	0,98	10,35	0,00	7468,96	0,98	186808,80	179395,88	7412,92	96447,78
6,2	16,96	0,98	10,35	0,00	7468,96	0,98	194277,76	179396,86	14880,90	103915,76
6,4	16,96	0,98	10,35	0,00	7468,96	0,98	201746,72	179397,84	22348,88	111383,73

Tabel 2. Perhitungan Mass Curve KTH Mendalan Harian pada Bulan Maret (Lanjutan)

Jam Ke	Presipitasi Rata-rata (Inflow)	Evaporasi (Outflow)	Q.in	Q.out	Vol. Inflow	V.Outflow	V.In. Kum.	V.Out. Kum.	V. In. Kum - V. Out. Kum	Volume Akhir
	m ³	m ³	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
6,6	16,96	0,98	10,35	0,00	7468,96	0,98	209215,68	179398,82	29816,86	118851,71
6,8	16,96	0,98	10,35	0,00	7468,96	0,98	216684,64	179399,81	37284,83	126319,69
7	16,96	0,98	10,35	10,38	7468,96	7474,58	224153,60	186874,39	37279,21	126314,07
7,2	16,96	0,98	10,35	10,38	7468,96	7474,58	231622,56	194348,97	37273,59	126308,44
7,4	16,96	0,98	10,35	10,38	7468,96	7474,58	239091,52	201823,55	37267,97	126302,82
7,6	16,96	0,98	10,35	10,38	7468,96	7474,58	246560,48	209298,14	37262,34	126297,20
7,8	16,96	0,98	10,35	10,38	7468,96	7474,58	254029,44	216772,72	37256,72	126291,58
8	16,96	0,98	10,35	10,38	7468,96	7474,58	261498,40	224247,30	37251,10	126285,95
8,2	16,96	0,98	10,35	10,38	7468,96	7474,58	268967,36	231721,88	37245,48	126280,33
8,4	16,96	0,98	10,35	10,38	7468,96	7474,58	276436,32	239196,47	37239,85	126274,71
8,6	16,96	0,98	10,35	10,38	7468,96	7474,58	283905,28	246671,05	37234,23	126269,09
8,8	16,96	0,98	10,35	10,38	7468,96	7474,58	291374,24	254145,63	37228,61	126263,46
9	16,96	0,98	10,35	10,38	7468,96	7474,58	298843,20	261620,21	37222,99	126257,84
9,2	16,96	0,98	10,35	10,38	7468,96	7474,58	306312,16	269094,80	37217,36	126252,22
9,4	16,96	0,98	10,35	10,38	7468,96	7474,58	313781,12	276569,38	37211,74	126246,60
9,6	16,96	0,98	10,35	10,38	7468,96	7474,58	321250,08	284043,96	37206,12	126240,97
9,8	16,96	0,98	10,35	10,38	7468,96	7474,58	328719,04	291518,54	37200,50	126235,35
10	16,96	0,98	10,35	10,38	7468,96	7474,58	336188,00	298993,13	37194,87	126229,73
10,2	16,96	0,98	10,35	10,38	7468,96	7474,58	343656,96	306467,71	37189,25	126224,11
10,4	16,96	0,98	10,35	10,38	7468,96	7474,58	351125,92	313942,29	37183,63	126218,48
10,6	16,96	0,98	10,35	10,38	7468,96	7474,58	358594,88	321416,87	37178,01	126212,86
10,8	16,96	0,98	0,00	10,38	16,96	7474,58	358611,84	328891,46	29720,38	118755,24
11	16,96	0,98	0,00	10,38	16,96	7474,58	358628,80	336366,04	22262,76	111297,61
11,2	16,96	0,98	0,00	10,38	16,96	7474,58	358645,76	343840,62	14805,14	103839,99
11,4	16,96	0,98	0,00	10,38	16,96	7474,58	358662,72	351315,21	7347,51	96382,37
11,6	16,96	0,98	0,00	10,38	16,96	7474,58	358679,68	358789,79	-110,11	88924,75
11,8	16,96	0,98	10,35	0,00	7468,96	0,98	366148,64	358790,77	7357,87	96392,72
12	16,96	0,98	10,35	0,00	7468,96	0,98	373617,60	358791,75	14825,85	103860,70
12,2	16,96	0,98	10,35	0,00	7468,96	0,98	381086,56	358792,74	22293,82	111328,68
12,4	16,96	0,98	10,35	0,00	7468,96	0,98	388555,52	358793,72	29761,80	118796,66
12,6	16,96	0,98	10,35	0,00	7468,96	0,98	396024,48	358794,70	37229,78	126264,63
12,8	16,96	0,98	10,35	10,38	7468,96	7474,58	403493,44	366269,28	37224,16	126259,01
13	16,96	0,98	10,35	10,38	7468,96	7474,58	410962,40	373743,87	37218,53	126253,39
13,2	16,96	0,98	10,35	10,38	7468,96	7474,58	418431,36	381218,45	37212,91	126247,77

Tabel 2. Perhitungan Mass Curve KTH Mendalan Harian pada Bulan Maret (Lanjutan)

Jam Ke	Presipitasi Rata-rata (Inflow)	Evaporasi (Outflow)	Q.in	Q.out	Vol. Inflow	V.Outflow	V.In. Kum.	V.Out. Kum.	V. In. Kum - V. Out. Kum	Volume Akhir
	m ³	m ³	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
13,4	16,96	0,98	10,35	10,38	7468,96	7474,58	425900,32	388693,03	37207,29	126242,14
13,6	16,96	0,98	10,35	10,38	7468,96	7474,58	433369,28	396167,61	37201,67	126236,52
13,8	16,96	0,98	10,35	10,38	7468,96	7474,58	440838,24	403642,20	37196,04	126230,90
14	16,96	0,98	10,35	10,38	7468,96	7474,58	448307,20	411116,78	37190,42	126225,28
14,2	16,96	0,98	10,35	10,38	7468,96	7474,58	455776,16	418591,36	37184,80	126219,65
14,4	16,96	0,98	10,35	10,38	7468,96	7474,58	463245,12	426065,94	37179,18	126214,03
14,6	16,96	0,98	10,35	10,38	7468,96	7474,58	470714,08	433540,53	37173,55	126208,41
14,8	16,96	0,98	10,35	10,38	7468,96	7474,58	478183,04	441015,11	37167,93	126202,79
15	16,96	0,98	10,35	10,38	7468,96	7474,58	485652,00	448489,69	37162,31	126197,16
15,2	16,96	0,98	10,35	10,38	7468,96	7474,58	493120,96	455964,27	37156,69	126191,54
15,4	16,96	0,98	10,35	10,38	7468,96	7474,58	500589,92	463438,86	37151,06	126185,92
15,6	16,96	0,98	10,35	10,38	7468,96	7474,58	508058,88	470913,44	37145,44	126180,30
15,8	16,96	0,98	10,35	10,38	7468,96	7474,58	515527,84	478388,02	37139,82	126174,67
16	16,96	0,98	10,35	10,38	7468,96	7474,58	522996,80	485862,60	37134,20	126169,05
16,2	16,96	0,98	10,35	10,38	7468,96	7474,58	530465,76	493337,19	37128,57	126163,43
16,4	16,96	0,98	10,35	10,38	7468,96	7474,58	537934,72	500811,77	37122,95	126157,81
16,6	16,96	0,98	0,00	10,38	16,96	7474,58	537951,68	508286,35	29665,33	118700,18
16,8	16,96	0,98	0,00	10,38	16,96	7474,58	537968,64	515760,93	22207,71	111242,56
17	16,96	0,98	0,00	10,38	16,96	7474,58	537985,60	523235,52	14750,08	103784,94
17,2	16,96	0,98	0,00	10,38	16,96	7474,58	538002,56	530710,10	7292,46	96327,32
17,4	16,96	0,98	0,00	10,38	16,96	7474,58	538019,52	538184,68	-165,16	88869,69
17,6	16,96	0,98	10,35	0,00	7468,96	0,98	545488,48	538185,66	7302,82	96337,67
17,8	16,96	0,98	10,35	0,00	7468,96	0,98	552957,44	538186,65	14770,79	103805,65
18	16,96	0,98	10,35	0,00	7468,96	0,98	560426,40	538187,63	22238,77	111273,63
18,2	16,96	0,98	10,35	0,00	7468,96	0,98	567895,36	538188,61	29706,75	118741,60
18,4	16,96	0,98	10,35	0,00	7468,96	0,98	575364,32	538189,59	37174,73	126209,58
18,6	16,96	0,98	10,35	10,38	7468,96	7474,58	582833,28	545664,18	37169,10	126203,96
18,8	16,96	0,98	10,35	10,38	7468,96	7474,58	590302,24	553138,76	37163,48	126198,34
19	16,96	0,98	10,35	10,38	7468,96	7474,58	597771,20	560613,34	37157,86	126192,71
19,2	16,96	0,98	10,35	10,38	7468,96	7474,58	605240,16	568087,92	37152,24	126187,09
19,4	16,96	0,98	10,35	10,38	7468,96	7474,58	612709,12	575562,51	37146,61	126181,47
19,6	16,96	0,98	10,35	10,38	7468,96	7474,58	620178,08	583037,09	37140,99	126175,85
19,8	16,96	0,98	10,35	10,38	7468,96	7474,58	627647,04	590511,67	37135,37	126170,22
20	16,96	0,98	10,35	10,38	7468,96	7474,58	635116,00	597986,25	37129,75	126164,60
20,2	16,96	0,98	10,35	10,38	7468,96	7474,58	642584,96	605460,84	37124,12	126158,98

Tabel 2. Perhitungan Mass Curve KTH Mendalan Harian pada Bulan Maret (Lanjutan)

Jam Ke	Presipitasi Rata-rata (Inflow)	Evaporasi (Outflow)	Q.in	Q.out	Vol. Inflow	V.Outflow	V.In. Kum.	V.Out. Kum.	V. In. Kum - V. Out. Kum	Volume Akhir
	m ³	m ³	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
20,4	16,96	0,98	10,35	10,38	7468,96	7474,58	650053,92	612935,42	37118,50	126153,36
20,6	16,96	0,98	10,35	10,38	7468,96	7474,58	657522,88	620410,00	37112,88	126147,73
20,8	16,96	0,98	10,35	10,38	7468,96	7474,58	664991,84	627884,58	37107,26	126142,11
21	16,96	0,98	10,35	10,38	7468,96	7474,58	672460,80	635359,17	37101,63	126136,49
21,2	16,96	0,98	10,35	10,38	7468,96	7474,58	679929,76	642833,75	37096,01	126130,87
21,4	16,96	0,98	10,35	10,38	7468,96	7474,58	687398,72	650308,33	37090,39	126125,24
21,6	16,96	0,98	10,35	10,38	7468,96	7474,58	694867,68	657782,91	37084,77	126119,62
21,8	16,96	0,98	10,35	10,38	7468,96	7474,58	702336,64	665257,50	37079,14	126114,00
22	16,96	0,98	10,35	10,38	7468,96	7474,58	709805,60	672732,08	37073,52	126108,37
22,2	16,96	0,98	10,35	10,38	7468,96	7474,58	717274,56	680206,66	37067,90	126102,75
22,4	16,96	0,98	0,00	10,38	16,96	7474,58	717291,52	687681,25	29610,27	118645,13
22,6	16,96	0,98	0,00	10,38	16,96	7474,58	717308,48	695155,83	22152,65	111187,51
22,8	16,96	0,98	0,00	10,38	16,96	7474,58	717325,44	702630,41	14695,03	103729,88
23	16,96	0,98	0,00	10,38	16,96	7474,58	717342,40	710104,99	7237,41	96272,26
23,2	16,96	0,98	0,00	10,38	16,96	7474,58	717359,36	717579,58	-220,22	88814,64
23,4	16,96	0,98	0,00	0,00	16,96	0,98	717376,32	717580,56	-204,24	88830,62
23,6	16,96	0,98	0,00	0,00	16,96	0,98	717393,28	717581,54	-188,26	88846,59
23,8	16,96	0,98	0,00	0,00	16,96	0,98	717410,24	717582,52	-172,28	88862,57
24	16,96	0,98	0,00	0,00	16,96	0,98	717427,20	717583,51	-156,31	88878,55

Tabel 3. Perhitungan Mass Curve KTH Mendalan Harian pada Bulan April

Jam Ke	Presipitasi Rata-rata (Inflow)	Evaporasi (Outflow)	Q.in	Q.out	Vol. Inflow	V.Outflow	V.In. Kum.	V.Out. Kum.	V. In. Kum - V. Out. Kum	Volume Akhir
	m ³	m ³	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	88878,55
0,2	10,36	0,94	10,69	0,00	7707,16	0,94	7707,16	0,94	7706,22	96584,77
0,4	10,36	0,94	10,69	0,00	7707,16	0,94	15414,32	1,87	15412,45	104291,00
0,6	10,36	0,94	10,69	0,00	7707,16	0,94	23121,48	2,81	23118,67	111997,22
0,8	10,36	0,94	10,69	0,00	7707,16	0,94	30828,64	3,75	30824,89	119703,44
1	10,36	0,94	10,69	0,00	7707,16	0,94	38535,80	4,69	38531,12	127409,66
1,2	10,36	0,94	10,69	10,71	7707,16	7712,14	46242,96	7716,82	38526,14	127404,69
1,4	10,36	0,94	10,69	10,71	7707,16	7712,14	53950,12	15428,96	38521,16	127399,71
1,6	10,36	0,94	10,69	10,71	7707,16	7712,14	61657,28	23141,10	38516,18	127394,73
1,8	10,36	0,94	10,69	10,71	7707,16	7712,14	69364,44	30853,23	38511,21	127389,76
2	10,36	0,94	10,69	10,71	7707,16	7712,14	77071,60	38565,37	38506,23	127384,78
2,2	10,36	0,94	10,69	10,71	7707,16	7712,14	84778,76	46277,51	38501,25	127379,80
2,4	10,36	0,94	10,69	10,71	7707,16	7712,14	92485,92	53989,64	38496,28	127374,83
2,6	10,36	0,94	10,69	10,71	7707,16	7712,14	100193,08	61701,78	38491,30	127369,85
2,8	10,36	0,94	10,69	10,71	7707,16	7712,14	107900,24	69413,92	38486,32	127364,87
3	10,36	0,94	10,69	10,71	7707,16	7712,14	115607,40	77126,06	38481,34	127359,89
3,2	10,36	0,94	10,69	10,71	7707,16	7712,14	123314,56	84838,19	38476,37	127354,92
3,4	10,36	0,94	10,69	10,71	7707,16	7712,14	131021,72	92550,33	38471,39	127349,94
3,6	10,36	0,94	10,69	10,71	7707,16	7712,14	138728,88	100262,47	38466,41	127344,96
3,8	10,36	0,94	10,69	10,71	7707,16	7712,14	146436,04	107974,60	38461,44	127339,99
4	10,36	0,94	10,69	10,71	7707,16	7712,14	154143,20	115686,74	38456,46	127335,01
4,2	10,36	0,94	10,69	10,71	7707,16	7712,14	161850,36	123398,88	38451,48	127330,03
4,4	10,36	0,94	10,69	10,71	7707,16	7712,14	169557,52	131111,01	38446,51	127325,06
4,6	10,36	0,94	10,69	10,71	7707,16	7712,14	177264,68	138823,15	38441,53	127320,08
4,8	10,36	0,94	10,69	10,71	7707,16	7712,14	184971,84	146535,29	38436,55	127315,10
5	10,36	0,94	0,00	10,71	10,36	7712,14	184982,20	154247,43	30734,78	119613,32
5,2	10,36	0,94	0,00	10,71	10,36	7712,14	184992,56	161959,56	23033,00	111911,55
5,4	10,36	0,94	0,00	10,71	10,36	7712,14	185002,92	169671,70	15331,22	104209,77
5,6	10,36	0,94	0,00	10,71	10,36	7712,14	185013,28	177383,84	7629,44	96507,99
5,8	10,36	0,94	0,00	10,71	10,36	7712,14	185023,64	185095,97	-72,33	88806,22
6	10,36	0,94	10,69	0,00	7707,16	0,94	192730,80	185096,91	7633,89	96512,44
6,2	10,36	0,94	10,69	0,00	7707,16	0,94	200437,96	185097,85	15340,11	104218,66
6,4	10,36	0,94	10,69	0,00	7707,16	0,94	208145,12	185098,78	23046,34	111924,89

Tabel 3. Perhitungan Mass Curve KTH Mendalan Harian pada Bulan April (Lanjutan)

Jam Ke	Presipitasi Rata-rata (Inflow)	Evaporasi (Outflow)	Q.in	Q.out	Vol. Inflow	V.Outflow	V.In. Kum.	V.Out. Kum.	V. In. Kum - V. Out. Kum	Volume Akhir
	m ³	m ³	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
6,6	10,36	0,94	10,69	0,00	7707,16	0,94	215852,28	185099,72	30752,56	119631,11
6,8	10,36	0,94	10,69	0,00	7707,16	0,94	223559,44	185100,66	38458,78	127337,33
7	10,36	0,94	10,69	10,71	7707,16	7712,14	231266,60	192812,80	38453,80	127332,35
7,2	10,36	0,94	10,69	10,71	7707,16	7712,14	238973,76	200524,93	38448,83	127327,38
7,4	10,36	0,94	10,69	10,71	7707,16	7712,14	246680,92	208237,07	38443,85	127322,40
7,6	10,36	0,94	10,69	10,71	7707,16	7712,14	254388,08	215949,21	38438,87	127317,42
7,8	10,36	0,94	10,69	10,71	7707,16	7712,14	262095,24	223661,34	38433,90	127312,45
8	10,36	0,94	10,69	10,71	7707,16	7712,14	269802,40	231373,48	38428,92	127307,47
8,2	10,36	0,94	10,69	10,71	7707,16	7712,14	277509,56	239085,62	38423,94	127302,49
8,4	10,36	0,94	10,69	10,71	7707,16	7712,14	285216,72	246797,75	38418,97	127297,52
8,6	10,36	0,94	10,69	10,71	7707,16	7712,14	292923,88	254509,89	38413,99	127292,54
8,8	10,36	0,94	10,69	10,71	7707,16	7712,14	300631,04	262222,03	38409,01	127287,56
9	10,36	0,94	10,69	10,71	7707,16	7712,14	308338,20	269934,17	38404,03	127282,58
9,2	10,36	0,94	10,69	10,71	7707,16	7712,14	316045,36	277646,30	38399,06	127277,61
9,4	10,36	0,94	10,69	10,71	7707,16	7712,14	323752,52	285358,44	38394,08	127272,63
9,6	10,36	0,94	10,69	10,71	7707,16	7712,14	331459,68	293070,58	38389,10	127267,65
9,8	10,36	0,94	10,69	10,71	7707,16	7712,14	339166,84	300782,71	38384,13	127262,68
10	10,36	0,94	10,69	10,71	7707,16	7712,14	346874,00	308494,85	38379,15	127257,70
10,2	10,36	0,94	10,69	10,71	7707,16	7712,14	354581,16	316206,99	38374,17	127252,72
10,4	10,36	0,94	10,69	10,71	7707,16	7712,14	362288,32	323919,12	38369,20	127247,75
10,6	10,36	0,94	10,69	10,71	7707,16	7712,14	369995,48	331631,26	38364,22	127242,77
10,8	10,36	0,94	0,00	10,71	10,36	7712,14	370005,84	339343,40	30662,44	119540,99
11	10,36	0,94	0,00	10,71	10,36	7712,14	370016,20	347055,54	22960,66	111839,21
11,2	10,36	0,94	0,00	10,71	10,36	7712,14	370026,56	354767,67	15258,89	104137,44
11,4	10,36	0,94	0,00	10,71	10,36	7712,14	370036,92	362479,81	7557,11	96435,66
11,6	10,36	0,94	0,00	10,71	10,36	7712,14	370047,28	370191,95	-144,67	88733,88
11,8	10,36	0,94	10,69	0,00	7707,16	0,94	377754,44	370192,88	7561,56	96440,11
12	10,36	0,94	10,69	0,00	7707,16	0,94	385461,60	370193,82	15267,78	104146,33
12,2	10,36	0,94	10,69	0,00	7707,16	0,94	393168,76	370194,76	22974,00	111852,55
12,4	10,36	0,94	10,69	0,00	7707,16	0,94	400875,92	370195,69	30680,23	119558,78
12,6	10,36	0,94	10,69	0,00	7707,16	0,94	408583,08	370196,63	38386,45	127265,00
12,8	10,36	0,94	10,69	10,71	7707,16	7712,14	416290,24	377908,77	38381,47	127260,02
13	10,36	0,94	10,69	10,71	7707,16	7712,14	423997,40	385620,91	38376,49	127255,04
13,2	10,36	0,94	10,69	10,71	7707,16	7712,14	431704,56	393333,04	38371,52	127250,07

Tabel 3. Perhitungan Mass Curve KTH Mendalan Harian pada Bulan April (Lanjutan)

Jam Ke	Presipitasi Rata-rata (Inflow)	Evaporasi (Outflow)	Q.in	Q.out	Vol. Inflow	V.Outflow	V.In. Kum.	V.Out. Kum.	V. In. Kum - V. Out. Kum	Volume Akhir
	m ³	m ³	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
13,4	10,36	0,94	10,69	10,71	7707,16	7712,14	439411,72	401045,18	38366,54	127245,09
13,6	10,36	0,94	10,69	10,71	7707,16	7712,14	447118,88	408757,32	38361,56	127240,11
13,8	10,36	0,94	10,69	10,71	7707,16	7712,14	454826,04	416469,45	38356,59	127235,14
14	10,36	0,94	10,69	10,71	7707,16	7712,14	462533,20	424181,59	38351,61	127230,16
14,2	10,36	0,94	10,69	10,71	7707,16	7712,14	470240,36	431893,73	38346,63	127225,18
14,4	10,36	0,94	10,69	10,71	7707,16	7712,14	477947,52	439605,86	38341,66	127220,21
14,6	10,36	0,94	10,69	10,71	7707,16	7712,14	485654,68	447318,00	38336,68	127215,23
14,8	10,36	0,94	10,69	10,71	7707,16	7712,14	493361,84	455030,14	38331,70	127210,25
15	10,36	0,94	10,69	10,71	7707,16	7712,14	501069,00	462742,28	38326,72	127205,27
15,2	10,36	0,94	10,69	10,71	7707,16	7712,14	508776,16	470454,41	38321,75	127200,30
15,4	10,36	0,94	10,69	10,71	7707,16	7712,14	516483,32	478166,55	38316,77	127195,32
15,6	10,36	0,94	10,69	10,71	7707,16	7712,14	524190,48	485878,69	38311,79	127190,34
15,8	10,36	0,94	10,69	10,71	7707,16	7712,14	531897,64	493590,82	38306,82	127185,37
16	10,36	0,94	10,69	10,71	7707,16	7712,14	539604,80	501302,96	38301,84	127180,39
16,2	10,36	0,94	10,69	10,71	7707,16	7712,14	547311,96	509015,10	38296,86	127175,41
16,4	10,36	0,94	10,69	10,71	7707,16	7712,14	555019,12	516727,23	38291,89	127170,44
16,6	10,36	0,94	0,00	10,71	10,36	7712,14	555029,48	524439,37	30590,11	119468,66
16,8	10,36	0,94	0,00	10,71	10,36	7712,14	555039,84	532151,51	22888,33	111766,88
17	10,36	0,94	0,00	10,71	10,36	7712,14	555050,20	539863,65	15186,55	104065,10
17,2	10,36	0,94	0,00	10,71	10,36	7712,14	555060,56	547575,78	7484,78	96363,33
17,4	10,36	0,94	0,00	10,71	10,36	7712,14	555070,92	555287,92	-217,00	88661,55
17,6	10,36	0,94	10,69	0,00	7707,16	0,94	562778,08	555288,86	7489,22	96367,77
17,8	10,36	0,94	10,69	0,00	7707,16	0,94	570485,24	555289,79	15195,45	104074,00
18	10,36	0,94	10,69	0,00	7707,16	0,94	578192,40	555290,73	22901,67	111780,22
18,2	10,36	0,94	10,69	0,00	7707,16	0,94	585899,56	555291,67	30607,89	119486,44
18,4	10,36	0,94	10,69	0,00	7707,16	0,94	593606,72	555292,60	38314,12	127192,67
18,6	10,36	0,94	10,69	10,71	7707,16	7712,14	601313,88	563004,74	38309,14	127187,69
18,8	10,36	0,94	10,69	10,71	7707,16	7712,14	609021,04	570716,88	38304,16	127182,71
19	10,36	0,94	10,69	10,71	7707,16	7712,14	616728,20	578429,02	38299,18	127177,73
19,2	10,36	0,94	10,69	10,71	7707,16	7712,14	624435,36	586141,15	38294,21	127172,76
19,4	10,36	0,94	10,69	10,71	7707,16	7712,14	632142,52	593853,29	38289,23	127167,78
19,6	10,36	0,94	10,69	10,71	7707,16	7712,14	639849,68	601565,43	38284,25	127162,80
19,8	10,36	0,94	10,69	10,71	7707,16	7712,14	647556,84	609277,56	38279,28	127157,83
20	10,36	0,94	10,69	10,71	7707,16	7712,14	655264,00	616989,70	38274,30	127152,85
20,2	10,36	0,94	10,69	10,71	7707,16	7712,14	662971,16	624701,84	38269,32	127147,87

Tabel 3. Perhitungan Mass Curve KTH Mendalan Harian pada Bulan April (Lanjutan)

Jam Ke	Presipitasi Rata-rata (Inflow)	Evaporasi (Outflow)	Q.in	Q.out	Vol. Inflow	V.Outflow	V.In. Kum.	V.Out. Kum.	V. In. Kum - V. Out. Kum	Volume Akhir
	m ³	m ³	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
20,4	10,36	0,94	10,69	10,71	7707,16	7712,14	670678,32	632413,97	38264,35	127142,90
20,6	10,36	0,94	10,69	10,71	7707,16	7712,14	678385,48	640126,11	38259,37	127137,92
20,8	10,36	0,94	10,69	10,71	7707,16	7712,14	686092,64	647838,25	38254,39	127132,94
21	10,36	0,94	10,69	10,71	7707,16	7712,14	693799,80	655550,39	38249,41	127127,96
21,2	10,36	0,94	10,69	10,71	7707,16	7712,14	701506,96	663262,52	38244,44	127122,99
21,4	10,36	0,94	10,69	10,71	7707,16	7712,14	709214,12	670974,66	38239,46	127118,01
21,6	10,36	0,94	10,69	10,71	7707,16	7712,14	716921,28	678686,80	38234,48	127113,03
21,8	10,36	0,94	10,69	10,71	7707,16	7712,14	724628,44	686398,93	38229,51	127108,06
22	10,36	0,94	10,69	10,71	7707,16	7712,14	732335,60	694111,07	38224,53	127103,08
22,2	10,36	0,94	10,69	10,71	7707,16	7712,14	740042,76	701823,21	38219,55	127098,10
22,4	10,36	0,94	0,00	10,71	10,36	7712,14	740053,12	709535,34	30517,78	119396,33
22,6	10,36	0,94	0,00	10,71	10,36	7712,14	740063,48	717247,48	22816,00	111694,55
22,8	10,36	0,94	0,00	10,71	10,36	7712,14	740073,84	724959,62	15114,22	103992,77
23	10,36	0,94	0,00	10,71	10,36	7712,14	740084,20	732671,76	7412,44	96290,99
23,2	10,36	0,94	0,00	10,71	10,36	7712,14	740094,56	740383,89	-289,33	88589,22
23,4	10,36	0,94	0,00	0,00	10,36	0,94	740104,92	740384,83	-279,91	88598,64
23,6	10,36	0,94	0,00	0,00	10,36	0,94	740115,28	740385,77	-270,49	88608,06
23,8	10,36	0,94	0,00	0,00	10,36	0,94	740125,64	740386,70	-261,06	88617,49
24	10,36	0,94	0,00	0,00	10,36	0,94	740136,00	740387,64	-251,64	88626,91

Tabel 4. Perhitungan Mass Curve KTH Mendalan Harian pada Bulan Mei

Jam Ke	Presipitasi Rata-rata (Inflow)	Evaporasi (Outflow)	Q.in	Q.out	Vol. Inflow	V.Outflow	V.In. Kum.	V.Out. Kum.	V. In. Kum - V. Out. Kum	Volume Akhir
	m ³	m ³	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	88626,91
0,2	7,11	1,01	10,35	0,00	7459,11	1,01	7459,11	1,01	7458,10	96085,01
0,4	7,11	1,01	10,35	0,00	7459,11	1,01	14918,22	2,02	14916,20	103543,11
0,6	7,11	1,01	10,35	0,00	7459,11	1,01	22377,33	3,02	22374,31	111001,22
0,8	7,11	1,01	10,35	0,00	7459,11	1,01	29836,44	4,03	29832,41	118459,32
1	7,11	1,01	10,35	0,00	7459,11	1,01	37295,55	5,04	37290,51	125917,42
1,2	7,11	1,01	10,35	10,36	7459,11	7460,21	44754,66	7465,25	37289,41	125916,32
1,4	7,11	1,01	10,35	10,36	7459,11	7460,21	52213,77	14925,45	37288,32	125915,22
1,6	7,11	1,01	10,35	10,36	7459,11	7460,21	59672,88	22385,66	37287,22	125914,13
1,8	7,11	1,01	10,35	10,36	7459,11	7460,21	67131,99	29845,87	37286,12	125913,03
2	7,11	1,01	10,35	10,36	7459,11	7460,21	74591,10	37306,08	37285,02	125911,93
2,2	7,11	1,01	10,35	10,36	7459,11	7460,21	82050,21	44766,29	37283,92	125910,83
2,4	7,11	1,01	10,35	10,36	7459,11	7460,21	89509,32	52226,49	37282,83	125909,74
2,6	7,11	1,01	10,35	10,36	7459,11	7460,21	96968,43	59686,70	37281,73	125908,64
2,8	7,11	1,01	10,35	10,36	7459,11	7460,21	104427,54	67146,91	37280,63	125907,54
3	7,11	1,01	10,35	10,36	7459,11	7460,21	111886,65	74607,12	37279,53	125906,44
3,2	7,11	1,01	10,35	10,36	7459,11	7460,21	119345,76	82067,33	37278,43	125905,34
3,4	7,11	1,01	10,35	10,36	7459,11	7460,21	126804,87	89527,53	37277,34	125904,25
3,6	7,11	1,01	10,35	10,36	7459,11	7460,21	134263,98	96987,74	37276,24	125903,15
3,8	7,11	1,01	10,35	10,36	7459,11	7460,21	141723,09	104447,95	37275,14	125902,05
4	7,11	1,01	10,35	10,36	7459,11	7460,21	149182,20	111908,16	37274,04	125900,95
4,2	7,11	1,01	10,35	10,36	7459,11	7460,21	156641,31	119368,36	37272,95	125899,85
4,4	7,11	1,01	10,35	10,36	7459,11	7460,21	164100,42	126828,57	37271,85	125898,76
4,6	7,11	1,01	10,35	10,36	7459,11	7460,21	171559,53	134288,78	37270,75	125897,66
4,8	7,11	1,01	10,35	10,36	7459,11	7460,21	179018,64	141748,99	37269,65	125896,56
5	7,11	1,01	0,00	10,36	7,11	7460,21	179025,75	149209,20	29816,55	118443,46
5,2	7,11	1,01	0,00	10,36	7,11	7460,21	179032,86	156669,40	22363,46	110990,37
5,4	7,11	1,01	0,00	10,36	7,11	7460,21	179039,97	164129,61	14910,36	103537,27
5,6	7,11	1,01	0,00	10,36	7,11	7460,21	179047,08	171589,82	7457,26	96084,17
5,8	7,11	1,01	0,00	10,36	7,11	7460,21	179054,19	179050,03	4,16	88631,07
6	7,11	1,01	10,35	0,00	7459,11	1,01	186513,30	179051,04	7462,26	96089,17
6,2	7,11	1,01	10,35	0,00	7459,11	1,01	193972,41	179052,04	14920,37	103547,28
6,4	7,11	1,01	10,35	0,00	7459,11	1,01	201431,52	179053,05	22378,47	111005,38

Tabel 4. Perhitungan Mass Curve KTH Mendalan Harian pada Bulan Mei (Lanjutan)

Jam Ke	Presipitasi Rata-rata (Inflow)	Evaporasi (Outflow)	Q.in	Q.out	Vol. Inflow	V.Outflow	V.In. Kum.	V.Out. Kum.	V. In. Kum - V. Out. Kum	Volume Akhir
	m ³	m ³	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
6,6	7,11	1,01	10,35	0,00	7459,11	1,01	208890,63	179054,06	29836,57	118463,48
6,8	7,11	1,01	10,35	0,00	7459,11	1,01	216349,74	179055,07	37294,67	125921,58
7	7,11	1,01	10,35	10,36	7459,11	7460,21	223808,85	186515,27	37293,58	125920,49
7,2	7,11	1,01	10,35	10,36	7459,11	7460,21	231267,96	193975,48	37292,48	125919,39
7,4	7,11	1,01	10,35	10,36	7459,11	7460,21	238727,07	201435,69	37291,38	125918,29
7,6	7,11	1,01	10,35	10,36	7459,11	7460,21	246186,18	208895,90	37290,28	125917,19
7,8	7,11	1,01	10,35	10,36	7459,11	7460,21	253645,29	216356,11	37289,18	125916,09
8	7,11	1,01	10,35	10,36	7459,11	7460,21	261104,40	223816,31	37288,09	125915,00
8,2	7,11	1,01	10,35	10,36	7459,11	7460,21	268563,51	231276,52	37286,99	125913,90
8,4	7,11	1,01	10,35	10,36	7459,11	7460,21	276022,62	238736,73	37285,89	125912,80
8,6	7,11	1,01	10,35	10,36	7459,11	7460,21	283481,73	246196,94	37284,79	125911,70
8,8	7,11	1,01	10,35	10,36	7459,11	7460,21	290940,84	253657,14	37283,70	125910,60
9	7,11	1,01	10,35	10,36	7459,11	7460,21	298399,95	261117,35	37282,60	125909,51
9,2	7,11	1,01	10,35	10,36	7459,11	7460,21	305859,06	268577,56	37281,50	125908,41
9,4	7,11	1,01	10,35	10,36	7459,11	7460,21	313318,17	276037,77	37280,40	125907,31
9,6	7,11	1,01	10,35	10,36	7459,11	7460,21	320777,28	283497,98	37279,30	125906,21
9,8	7,11	1,01	10,35	10,36	7459,11	7460,21	328236,39	290958,18	37278,21	125905,12
10	7,11	1,01	10,35	10,36	7459,11	7460,21	335695,50	298418,39	37277,11	125904,02
10,2	7,11	1,01	10,35	10,36	7459,11	7460,21	343154,61	305878,60	37276,01	125902,92
10,4	7,11	1,01	10,35	10,36	7459,11	7460,21	350613,72	313338,81	37274,91	125901,82
10,6	7,11	1,01	10,35	10,36	7459,11	7460,21	358072,83	320799,02	37273,81	125900,72
10,8	7,11	1,01	0,00	10,36	7,11	7460,21	358079,94	328259,22	29820,72	118447,63
11	7,11	1,01	0,00	10,36	7,11	7460,21	358087,05	335719,43	22367,62	110994,53
11,2	7,11	1,01	0,00	10,36	7,11	7460,21	358094,16	343179,64	14914,52	103541,43
11,4	7,11	1,01	0,00	10,36	7,11	7460,21	358101,27	350639,85	7461,42	96088,33
11,6	7,11	1,01	0,00	10,36	7,11	7460,21	358108,38	358100,05	8,33	88635,24
11,8	7,11	1,01	10,35	0,00	7459,11	1,01	365567,49	358101,06	7466,43	96093,34
12	7,11	1,01	10,35	0,00	7459,11	1,01	373026,60	358102,07	14924,53	103551,44
12,2	7,11	1,01	10,35	0,00	7459,11	1,01	380485,71	358103,08	22382,63	111009,54
12,4	7,11	1,01	10,35	0,00	7459,11	1,01	387944,82	358104,09	29840,73	118467,64
12,6	7,11	1,01	10,35	0,00	7459,11	1,01	395403,93	358105,09	37298,84	125925,75
12,8	7,11	1,01	10,35	10,36	7459,11	7460,21	402863,04	365565,30	37297,74	125924,65
13	7,11	1,01	10,35	10,36	7459,11	7460,21	410322,15	373025,51	37296,64	125923,55
13,2	7,11	1,01	10,35	10,36	7459,11	7460,21	417781,26	380485,72	37295,54	125922,45

Tabel 4. Perhitungan Mass Curve KTH Mendalan Harian pada Bulan Mei (Lanjutan)

Jam Ke	Presipitasi Rata-rata (Inflow)	Evaporasi (Outflow)	Q.in	Q.out	Vol. Inflow	V.Outflow	V.In. Kum.	V.Out. Kum.	V. In. Kum - V. Out. Kum	Volume Akhir
	m ³	m ³	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
13,4	7,11	1,01	10,35	10,36	7459,11	7460,21	425240,37	387945,92	37294,45	125921,35
13,6	7,11	1,01	10,35	10,36	7459,11	7460,21	432699,48	395406,13	37293,35	125920,26
13,8	7,11	1,01	10,35	10,36	7459,11	7460,21	440158,59	402866,34	37292,25	125919,16
14	7,11	1,01	10,35	10,36	7459,11	7460,21	447617,70	410326,55	37291,15	125918,06
14,2	7,11	1,01	10,35	10,36	7459,11	7460,21	455076,81	417786,76	37290,05	125916,96
14,4	7,11	1,01	10,35	10,36	7459,11	7460,21	462535,92	425246,96	37288,96	125915,87
14,6	7,11	1,01	10,35	10,36	7459,11	7460,21	469995,03	432707,17	37287,86	125914,77
14,8	7,11	1,01	10,35	10,36	7459,11	7460,21	477454,14	440167,38	37286,76	125913,67
15	7,11	1,01	10,35	10,36	7459,11	7460,21	484913,25	447627,59	37285,66	125912,57
15,2	7,11	1,01	10,35	10,36	7459,11	7460,21	492372,36	455087,80	37284,56	125911,47
15,4	7,11	1,01	10,35	10,36	7459,11	7460,21	499831,47	462548,00	37283,47	125910,38
15,6	7,11	1,01	10,35	10,36	7459,11	7460,21	507290,58	470008,21	37282,37	125909,28
15,8	7,11	1,01	10,35	10,36	7459,11	7460,21	514749,69	477468,42	37281,27	125908,18
16	7,11	1,01	10,35	10,36	7459,11	7460,21	522208,80	484928,63	37280,17	125907,08
16,2	7,11	1,01	10,35	10,36	7459,11	7460,21	529667,91	492388,83	37279,08	125905,98
16,4	7,11	1,01	10,35	10,36	7459,11	7460,21	537127,02	499849,04	37277,98	125904,89
16,6	7,11	1,01	0,00	10,36	7,11	7460,21	537134,13	507309,25	29824,88	118451,79
16,8	7,11	1,01	0,00	10,36	7,11	7460,21	537141,24	514769,46	22371,78	110998,69
17	7,11	1,01	0,00	10,36	7,11	7460,21	537148,35	522229,67	14918,68	103545,59
17,2	7,11	1,01	0,00	10,36	7,11	7460,21	537155,46	529689,87	7465,59	96092,50
17,4	7,11	1,01	0,00	10,36	7,11	7460,21	537162,57	537150,08	12,49	88639,40
17,6	7,11	1,01	10,35	0,00	7459,11	1,01	544621,68	537151,09	7470,59	96097,50
17,8	7,11	1,01	10,35	0,00	7459,11	1,01	552080,79	537152,10	14928,69	103555,60
18	7,11	1,01	10,35	0,00	7459,11	1,01	559539,90	537153,11	22386,80	111013,70
18,2	7,11	1,01	10,35	0,00	7459,11	1,01	566999,01	537154,11	29844,90	118471,81
18,4	7,11	1,01	10,35	0,00	7459,11	1,01	574458,12	537155,12	37303,00	125929,91
18,6	7,11	1,01	10,35	10,36	7459,11	7460,21	581917,23	544615,33	37301,90	125928,81
18,8	7,11	1,01	10,35	10,36	7459,11	7460,21	589376,34	552075,54	37300,80	125927,71
19	7,11	1,01	10,35	10,36	7459,11	7460,21	596835,45	559535,74	37299,71	125926,62
19,2	7,11	1,01	10,35	10,36	7459,11	7460,21	604294,56	566995,95	37298,61	125925,52
19,4	7,11	1,01	10,35	10,36	7459,11	7460,21	611753,67	574456,16	37297,51	125924,42
19,6	7,11	1,01	10,35	10,36	7459,11	7460,21	619212,78	581916,37	37296,41	125923,32
19,8	7,11	1,01	10,35	10,36	7459,11	7460,21	626671,89	589376,58	37295,31	125922,22
20	7,11	1,01	10,35	10,36	7459,11	7460,21	634131,00	596836,78	37294,22	125921,13
20,2	7,11	1,01	10,35	10,36	7459,11	7460,21	641590,11	604296,99	37293,12	125920,03

Tabel 4. Perhitungan Mass Curve KTH Mendalan Harian pada Bulan Mei (Lanjutan)

Jam Ke	Presipitasi Rata-rata (Inflow)	Evaporasi (Outflow)	Q.in	Q.out	Vol. Inflow	V.Outflow	V.In. Kum.	V.Out. Kum.	V. In. Kum - V. Out. Kum	Volume Akhir
	m ³	m ³	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
20,4	7,11	1,01	10,35	10,36	7459,11	7460,21	649049,22	611757,20	37292,02	125918,93
20,6	7,11	1,01	10,35	10,36	7459,11	7460,21	656508,33	619217,41	37290,92	125917,83
20,8	7,11	1,01	10,35	10,36	7459,11	7460,21	663967,44	626677,61	37289,83	125916,73
21	7,11	1,01	10,35	10,36	7459,11	7460,21	671426,55	634137,82	37288,73	125915,64
21,2	7,11	1,01	10,35	10,36	7459,11	7460,21	678885,66	641598,03	37287,63	125914,54
21,4	7,11	1,01	10,35	10,36	7459,11	7460,21	686344,77	649058,24	37286,53	125913,44
21,6	7,11	1,01	10,35	10,36	7459,11	7460,21	693803,88	656518,45	37285,43	125912,34
21,8	7,11	1,01	10,35	10,36	7459,11	7460,21	701262,99	663978,65	37284,34	125911,25
22	7,11	1,01	10,35	10,36	7459,11	7460,21	708722,10	671438,86	37283,24	125910,15
22,2	7,11	1,01	10,35	10,36	7459,11	7460,21	716181,21	678899,07	37282,14	125909,05
22,4	7,11	1,01	0,00	10,36	7,11	7460,21	716188,32	686359,28	29829,04	118455,95
22,6	7,11	1,01	0,00	10,36	7,11	7460,21	716195,43	693819,49	22375,94	111002,85
22,8	7,11	1,01	0,00	10,36	7,11	7460,21	716202,54	701279,69	14922,85	103549,76
23	7,11	1,01	0,00	10,36	7,11	7460,21	716209,65	708739,90	7469,75	96096,66
23,2	7,11	1,01	0,00	10,36	7,11	7460,21	716216,76	716200,11	16,65	88643,56
23,4	7,11	1,01	0,00	0,00	7,11	1,01	716223,87	716201,12	22,75	88649,66
23,6	7,11	1,01	0,00	0,00	7,11	1,01	716230,98	716202,12	28,86	88655,77
23,8	7,11	1,01	0,00	0,00	7,11	1,01	716238,09	716203,13	34,96	88661,87
24	7,11	1,01	0,00	0,00	7,11	1,01	716245,20	716204,14	41,06	88667,97

Tabel 5. Perhitungan Mass Curve KTH Mendalan Harian pada Bulan Juni

Jam Ke	Presipitasi Rata-rata (Inflow)	Evaporasi (Outflow)	Q.in	Q.out	Vol. Inflow	V.Outflow	V.In. Kum.	V.Out. Kum.	V. In. Kum - V. Out. Kum	Volume Akhir
	m ³	m ³	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	88667,97
0,2	3,81	0,98	10,69	0,00	7700,61	0,98	7700,61	0,98	7699,63	96367,60
0,4	3,81	0,98	10,69	0,00	7700,61	0,98	15401,22	1,96	15399,27	104067,23
0,6	3,81	0,98	10,69	0,00	7700,61	0,98	23101,83	2,93	23098,90	111766,87
0,8	3,81	0,98	10,69	0,00	7700,61	0,98	30802,44	3,91	30798,53	119466,50
1	3,81	0,98	10,69	0,00	7700,61	0,98	38503,05	4,89	38498,16	127166,13
1,2	3,81	0,98	10,69	10,70	7700,61	7704,98	46203,66	7709,87	38493,80	127161,76
1,4	3,81	0,98	10,69	10,70	7700,61	7704,98	53904,27	15414,84	38489,43	127157,40
1,6	3,81	0,98	10,69	10,70	7700,61	7704,98	61604,88	23119,82	38485,06	127153,03
1,8	3,81	0,98	10,69	10,70	7700,61	7704,98	69305,49	30824,80	38480,69	127148,66
2	3,81	0,98	10,69	10,70	7700,61	7704,98	77006,10	38529,78	38476,33	127144,29
2,2	3,81	0,98	10,69	10,70	7700,61	7704,98	84706,71	46234,75	38471,96	127139,93
2,4	3,81	0,98	10,69	10,70	7700,61	7704,98	92407,32	53939,73	38467,59	127135,56
2,6	3,81	0,98	10,69	10,70	7700,61	7704,98	100107,93	61644,71	38463,22	127131,19
2,8	3,81	0,98	10,69	10,70	7700,61	7704,98	107808,54	69349,69	38458,86	127126,82
3	3,81	0,98	10,69	10,70	7700,61	7704,98	115509,15	77054,66	38454,49	127122,46
3,2	3,81	0,98	10,69	10,70	7700,61	7704,98	123209,76	84759,64	38450,12	127118,09
3,4	3,81	0,98	10,69	10,70	7700,61	7704,98	130910,37	92464,62	38445,75	127113,72
3,6	3,81	0,98	10,69	10,70	7700,61	7704,98	138610,98	100169,60	38441,39	127109,35
3,8	3,81	0,98	10,69	10,70	7700,61	7704,98	146311,59	107874,57	38437,02	127104,99
4	3,81	0,98	10,69	10,70	7700,61	7704,98	154012,20	115579,55	38432,65	127100,62
4,2	3,81	0,98	10,69	10,70	7700,61	7704,98	161712,81	123284,53	38428,28	127096,25
4,4	3,81	0,98	10,69	10,70	7700,61	7704,98	169413,42	130989,51	38423,92	127091,88
4,6	3,81	0,98	10,69	10,70	7700,61	7704,98	177114,03	138694,48	38419,55	127087,52
4,8	3,81	0,98	10,69	10,70	7700,61	7704,98	184814,64	146399,46	38415,18	127083,15
5	3,81	0,98	0,00	10,70	3,81	7704,98	184818,45	154104,44	30714,01	119381,98
5,2	3,81	0,98	0,00	10,70	3,81	7704,98	184822,26	161809,42	23012,85	111680,81
5,4	3,81	0,98	0,00	10,70	3,81	7704,98	184826,07	169514,39	15311,68	103979,65
5,6	3,81	0,98	0,00	10,70	3,81	7704,98	184829,88	177219,37	7610,51	96278,48
5,8	3,81	0,98	0,00	10,70	3,81	7704,98	184833,69	184924,35	-90,66	88577,31
6	3,81	0,98	10,69	0,00	7700,61	0,98	192534,30	184925,33	7608,98	96276,94
6,2	3,81	0,98	10,69	0,00	7700,61	0,98	200234,91	184926,30	15308,61	103976,58
6,4	3,81	0,98	10,69	0,00	7700,61	0,98	207935,52	184927,28	23008,24	111676,21

Tabel 5. Perhitungan Mass Curve KTH Mendalan Harian pada Bulan Juni (Lanjutan)

Jam Ke	Presipitasi Rata-rata (Inflow)	Evaporasi (Outflow)	Q.in	Q.out	Vol. Inflow	V.Outflow	V.In. Kum.	V.Out. Kum.	V. In. Kum - V. Out. Kum	Volume Akhir
	m ³	m ³	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
6,6	3,81	0,98	10,69	0,00	7700,61	0,98	215636,13	184928,26	30707,87	119375,84
6,8	3,81	0,98	10,69	0,00	7700,61	0,98	223336,74	184929,24	38407,51	127075,47
7	3,81	0,98	10,69	10,70	7700,61	7704,98	231037,35	192634,21	38403,14	127071,11
7,2	3,81	0,98	10,69	10,70	7700,61	7704,98	238737,96	200339,19	38398,77	127066,74
7,4	3,81	0,98	10,69	10,70	7700,61	7704,98	246438,57	208044,17	38394,40	127062,37
7,6	3,81	0,98	10,69	10,70	7700,61	7704,98	254139,18	215749,15	38390,04	127058,00
7,8	3,81	0,98	10,69	10,70	7700,61	7704,98	261839,79	223454,12	38385,67	127053,64
8	3,81	0,98	10,69	10,70	7700,61	7704,98	269540,40	231159,10	38381,30	127049,27
8,2	3,81	0,98	10,69	10,70	7700,61	7704,98	277241,01	238864,08	38376,93	127044,90
8,4	3,81	0,98	10,69	10,70	7700,61	7704,98	284941,62	246569,06	38372,57	127040,53
8,6	3,81	0,98	10,69	10,70	7700,61	7704,98	292642,23	254274,03	38368,20	127036,17
8,8	3,81	0,98	10,69	10,70	7700,61	7704,98	300342,84	261979,01	38363,83	127031,80
9	3,81	0,98	10,69	10,70	7700,61	7704,98	308043,45	269683,99	38359,46	127027,43
9,2	3,81	0,98	10,69	10,70	7700,61	7704,98	315744,06	277388,97	38355,10	127023,06
9,4	3,81	0,98	10,69	10,70	7700,61	7704,98	323444,67	285093,94	38350,73	127018,70
9,6	3,81	0,98	10,69	10,70	7700,61	7704,98	331145,28	292798,92	38346,36	127014,33
9,8	3,81	0,98	10,69	10,70	7700,61	7704,98	338845,89	300503,90	38341,99	127009,96
10	3,81	0,98	10,69	10,70	7700,61	7704,98	346546,50	308208,88	38337,63	127005,59
10,2	3,81	0,98	10,69	10,70	7700,61	7704,98	354247,11	315913,85	38333,26	127001,23
10,4	3,81	0,98	10,69	10,70	7700,61	7704,98	361947,72	323618,83	38328,89	126996,86
10,6	3,81	0,98	10,69	10,70	7700,61	7704,98	369648,33	331323,81	38324,52	126992,49
10,8	3,81	0,98	0,00	10,70	3,81	7704,98	369652,14	339028,79	30623,36	119291,32
11	3,81	0,98	0,00	10,70	3,81	7704,98	369655,95	346733,76	22922,19	111590,16
11,2	3,81	0,98	0,00	10,70	3,81	7704,98	369659,76	354438,74	15221,02	103888,99
11,4	3,81	0,98	0,00	10,70	3,81	7704,98	369663,57	362143,72	7519,85	96187,82
11,6	3,81	0,98	0,00	10,70	3,81	7704,98	369667,38	369848,70	-181,31	88486,65
11,8	3,81	0,98	10,69	0,00	7700,61	0,98	377367,99	369849,67	7518,32	96186,29
12	3,81	0,98	10,69	0,00	7700,61	0,98	385068,60	369850,65	15217,95	103885,92
12,2	3,81	0,98	10,69	0,00	7700,61	0,98	392769,21	369851,63	22917,58	111585,55
12,4	3,81	0,98	10,69	0,00	7700,61	0,98	400469,82	369852,61	30617,22	119285,18
12,6	3,81	0,98	10,69	0,00	7700,61	0,98	408170,43	369853,58	38316,85	126984,82
12,8	3,81	0,98	10,69	10,70	7700,61	7704,98	415871,04	377558,56	38312,48	126980,45
13	3,81	0,98	10,69	10,70	7700,61	7704,98	423571,65	385263,54	38308,11	126976,08
13,2	3,81	0,98	10,69	10,70	7700,61	7704,98	431272,26	392968,52	38303,75	126971,71

Tabel 5. Perhitungan Mass Curve KTH Mendalan Harian pada Bulan Juni (Lanjutan)

Jam Ke	Presipitasi Rata-rata (Inflow)	Evaporasi (Outflow)	Q.in	Q.out	Vol. Inflow	V.Outflow	V.In. Kum.	V.Out. Kum.	V. In. Kum - V. Out. Kum	Volume Akhir
	m ³	m ³	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
13,4	3,81	0,98	10,69	10,70	7700,61	7704,98	438972,87	400673,49	38299,38	126967,35
13,6	3,81	0,98	10,69	10,70	7700,61	7704,98	446673,48	408378,47	38295,01	126962,98
13,8	3,81	0,98	10,69	10,70	7700,61	7704,98	454374,09	416083,45	38290,64	126958,61
14	3,81	0,98	10,69	10,70	7700,61	7704,98	462074,70	423788,43	38286,28	126954,24
14,2	3,81	0,98	10,69	10,70	7700,61	7704,98	469775,31	431493,40	38281,91	126949,88
14,4	3,81	0,98	10,69	10,70	7700,61	7704,98	477475,92	439198,38	38277,54	126945,51
14,6	3,81	0,98	10,69	10,70	7700,61	7704,98	485176,53	446903,36	38273,17	126941,14
14,8	3,81	0,98	10,69	10,70	7700,61	7704,98	492877,14	454608,34	38268,81	126936,77
15	3,81	0,98	10,69	10,70	7700,61	7704,98	500577,75	462313,31	38264,44	126932,41
15,2	3,81	0,98	10,69	10,70	7700,61	7704,98	508278,36	470018,29	38260,07	126928,04
15,4	3,81	0,98	10,69	10,70	7700,61	7704,98	515978,97	477723,27	38255,70	126923,67
15,6	3,81	0,98	10,69	10,70	7700,61	7704,98	523679,58	485428,25	38251,34	126919,30
15,8	3,81	0,98	10,69	10,70	7700,61	7704,98	531380,19	493133,22	38246,97	126914,94
16	3,81	0,98	10,69	10,70	7700,61	7704,98	539080,80	500838,20	38242,60	126910,57
16,2	3,81	0,98	10,69	10,70	7700,61	7704,98	546781,41	508543,18	38238,23	126906,20
16,4	3,81	0,98	10,69	10,70	7700,61	7704,98	554482,02	516248,16	38233,87	126901,83
16,6	3,81	0,98	0,00	10,70	3,81	7704,98	554485,83	523953,13	30532,70	119200,67
16,8	3,81	0,98	0,00	10,70	3,81	7704,98	554489,64	531658,11	22831,53	111499,50
17	3,81	0,98	0,00	10,70	3,81	7704,98	554493,45	539363,09	15130,36	103798,33
17,2	3,81	0,98	0,00	10,70	3,81	7704,98	554497,26	547068,07	7429,20	96097,16
17,4	3,81	0,98	0,00	10,70	3,81	7704,98	554501,07	554773,04	-271,97	88396,00
17,6	3,81	0,98	10,69	0,00	7700,61	0,98	562201,68	554774,02	7427,66	96095,63
17,8	3,81	0,98	10,69	0,00	7700,61	0,98	569902,29	554775,00	15127,29	103795,26
18	3,81	0,98	10,69	0,00	7700,61	0,98	577602,90	554775,98	22826,93	111494,89
18,2	3,81	0,98	10,69	0,00	7700,61	0,98	585303,51	554776,95	30526,56	119194,53
18,4	3,81	0,98	10,69	0,00	7700,61	0,98	593004,12	554777,93	38226,19	126894,16
18,6	3,81	0,98	10,69	10,70	7700,61	7704,98	600704,73	562482,91	38221,82	126889,79
18,8	3,81	0,98	10,69	10,70	7700,61	7704,98	608405,34	570187,89	38217,46	126885,42
19	3,81	0,98	10,69	10,70	7700,61	7704,98	616105,95	577892,86	38213,09	126881,06
19,2	3,81	0,98	10,69	10,70	7700,61	7704,98	623806,56	585597,84	38208,72	126876,69
19,4	3,81	0,98	10,69	10,70	7700,61	7704,98	631507,17	593302,82	38204,35	126872,32
19,6	3,81	0,98	10,69	10,70	7700,61	7704,98	639207,78	601007,80	38199,99	126867,95
19,8	3,81	0,98	10,69	10,70	7700,61	7704,98	646908,39	608712,77	38195,62	126863,59
20	3,81	0,98	10,69	10,70	7700,61	7704,98	654609,00	616417,75	38191,25	126859,22
20,2	3,81	0,98	10,69	10,70	7700,61	7704,98	662309,61	624122,73	38186,88	126854,85

Tabel 5. Perhitungan Mass Curve KTH Mendalan Harian pada Bulan Juni (Lanjutan)

Jam Ke	Presipitasi Rata-rata (Inflow)	Evaporasi (Outflow)	Q.in	Q.out	Vol. Inflow	V.Outflow	V.In. Kum.	V.Out. Kum.	V. In. Kum - V. Out. Kum	Volume Akhir
	m ³	m ³	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
20,4	3,81	0,98	10,69	10,70	7700,61	7704,98	670010,22	631827,71	38182,52	126850,48
20,6	3,81	0,98	10,69	10,70	7700,61	7704,98	677710,83	639532,68	38178,15	126846,12
20,8	3,81	0,98	10,69	10,70	7700,61	7704,98	685411,44	647237,66	38173,78	126841,75
21	3,81	0,98	10,69	10,70	7700,61	7704,98	693112,05	654942,64	38169,41	126837,38
21,2	3,81	0,98	10,69	10,70	7700,61	7704,98	700812,66	662647,62	38165,05	126833,01
21,4	3,81	0,98	10,69	10,70	7700,61	7704,98	708513,27	670352,59	38160,68	126828,65
21,6	3,81	0,98	10,69	10,70	7700,61	7704,98	716213,88	678057,57	38156,31	126824,28
21,8	3,81	0,98	10,69	10,70	7700,61	7704,98	723914,49	685762,55	38151,94	126819,91
22	3,81	0,98	10,69	10,70	7700,61	7704,98	731615,10	693467,52	38147,58	126815,54
22,2	3,81	0,98	10,69	10,70	7700,61	7704,98	739315,71	701172,50	38143,21	126811,18
22,4	3,81	0,98	0,00	10,70	3,81	7704,98	739319,52	708877,48	30442,04	119110,01
22,6	3,81	0,98	0,00	10,70	3,81	7704,98	739323,33	716582,46	22740,87	111408,84
22,8	3,81	0,98	0,00	10,70	3,81	7704,98	739327,14	724287,43	15039,71	103707,67
23	3,81	0,98	0,00	10,70	3,81	7704,98	739330,95	731992,41	7338,54	96006,51
23,2	3,81	0,98	0,00	10,70	3,81	7704,98	739334,76	739697,39	-362,63	88305,34
23,4	3,81	0,98	0,00	0,00	3,81	0,98	739338,57	739698,37	-359,80	88308,17
23,6	3,81	0,98	0,00	0,00	3,81	0,98	739342,38	739699,34	-356,96	88311,00
23,8	3,81	0,98	0,00	0,00	3,81	0,98	739346,19	739700,32	-354,13	88313,84
24	3,81	0,98	0,00	0,00	3,81	0,98	739350,00	739701,30	-351,30	88316,67

Tabel 6. Perhitungan Mass Curve KTH Mendalan Harian pada Bulan Juli

Jam Ke	Presipitasi Rata-rata (Inflow)	Evaporasi (Outflow)	Q.in	Q.out	Vol. Inflow	V.Outflow	V.In. Kum.	V.Out. Kum.	V. In. Kum - V. Out. Kum	Volume Akhir
	m ³	m ³	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	93421
0,2	1,16	1,07	10,35	0,00	7453,16	1,07	7453,16	1,07	7452,09	95768,76
0,4	1,16	1,07	10,35	0,00	7453,16	1,07	14906,32	2,14	14904,18	103220,85
0,6	1,16	1,07	10,35	0,00	7453,16	1,07	22359,48	3,21	22356,27	110672,94
0,8	1,16	1,07	10,35	0,00	7453,16	1,07	29812,64	4,27	29808,37	118125,03
1	1,16	1,07	10,35	0,00	7453,16	1,07	37265,80	5,34	37260,46	125577,13
1,2	1,16	1,07	10,35	10,35	7453,16	7453,07	44718,96	7458,41	37260,55	125577,22
1,4	1,16	1,07	10,35	10,35	7453,16	7453,07	52172,12	14911,48	37260,64	125577,31
1,6	1,16	1,07	10,35	10,35	7453,16	7453,07	59625,28	22364,55	37260,73	125577,40
1,8	1,16	1,07	10,35	10,35	7453,16	7453,07	67078,44	29817,62	37260,82	125577,49
2	1,16	1,07	10,35	10,35	7453,16	7453,07	74531,60	37270,69	37260,91	125577,58
2,2	1,16	1,07	10,35	10,35	7453,16	7453,07	81984,76	44723,76	37261,00	125577,67
2,4	1,16	1,07	10,35	10,35	7453,16	7453,07	89437,92	52176,82	37261,10	125577,77
2,6	1,16	1,07	10,35	10,35	7453,16	7453,07	96891,08	59629,89	37261,19	125577,86
2,8	1,16	1,07	10,35	10,35	7453,16	7453,07	104344,24	67082,96	37261,28	125577,95
3	1,16	1,07	10,35	10,35	7453,16	7453,07	111797,40	74536,03	37261,37	125578,04
3,2	1,16	1,07	10,35	10,35	7453,16	7453,07	119250,56	81989,10	37261,46	125578,13
3,4	1,16	1,07	10,35	10,35	7453,16	7453,07	126703,72	89442,17	37261,55	125578,22
3,6	1,16	1,07	10,35	10,35	7453,16	7453,07	134156,88	96895,24	37261,64	125578,31
3,8	1,16	1,07	10,35	10,35	7453,16	7453,07	141610,04	104348,30	37261,74	125578,40
4	1,16	1,07	10,35	10,35	7453,16	7453,07	149063,20	111801,37	37261,83	125578,50
4,2	1,16	1,07	10,35	10,35	7453,16	7453,07	156516,36	119254,44	37261,92	125578,59
4,4	1,16	1,07	10,35	10,35	7453,16	7453,07	163969,52	126707,51	37262,01	125578,68
4,6	1,16	1,07	10,35	10,35	7453,16	7453,07	171422,68	134160,58	37262,10	125578,77
4,8	1,16	1,07	10,35	10,35	7453,16	7453,07	178875,84	141613,65	37262,19	125578,86
5	1,16	1,07	0,00	10,35	1,16	7453,07	178877,00	149066,72	29810,28	118126,95
5,2	1,16	1,07	0,00	10,35	1,16	7453,07	178878,16	156519,79	22358,37	110675,04
5,4	1,16	1,07	0,00	10,35	1,16	7453,07	178879,32	163972,85	14906,47	103223,14
5,6	1,16	1,07	0,00	10,35	1,16	7453,07	178880,48	171425,92	7454,56	95771,23
5,8	1,16	1,07	0,00	10,70	1,16	7705,07	178881,64	179130,99	-249,35	88067,32
6	1,16	1,07	10,35	0,00	7453,16	1,07	186334,80	179132,06	7202,74	95519,41
6,2	1,16	1,07	10,35	0,00	7453,16	1,07	193787,96	179133,13	14654,83	102971,50
6,4	1,16	1,07	10,35	0,00	7453,16	1,07	201241,12	179134,20	22106,92	110423,59

Tabel 6. Perhitungan Mass Curve KTH Mendalan Harian pada Bulan Juli (Lanjutan)

Jam Ke	Presipitasi Rata-rata (Inflow)	Evaporasi (Outflow)	Q.in	Q.out	Vol. Inflow	V.Outflow	V.In. Kum.	V.Out. Kum.	V. In. Kum - V. Out. Kum	Volume Akhir
	m ³	m ³	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
6,6	1,16	1,07	10,35	0,00	7453,16	1,07	208694,28	179135,27	29559,01	117875,68
6,8	1,16	1,07	10,35	0,00	7453,16	1,07	216147,44	179136,33	37011,11	125327,77
7	1,16	1,07	10,35	10,35	7453,16	7453,07	223600,60	186589,40	37011,20	125327,87
7,2	1,16	1,07	10,35	10,35	7453,16	7453,07	231053,76	194042,47	37011,29	125327,96
7,4	1,16	1,07	10,35	10,35	7453,16	7453,07	238506,92	201495,54	37011,38	125328,05
7,6	1,16	1,07	10,35	10,35	7453,16	7453,07	245960,08	208948,61	37011,47	125328,14
7,8	1,16	1,07	10,35	10,35	7453,16	7453,07	253413,24	216401,68	37011,56	125328,23
8	1,16	1,07	10,35	10,35	7453,16	7453,07	260866,40	223854,75	37011,65	125328,32
8,2	1,16	1,07	10,35	10,35	7453,16	7453,07	268319,56	231307,82	37011,74	125328,41
8,4	1,16	1,07	10,35	10,35	7453,16	7453,07	275772,72	238760,88	37011,84	125328,51
8,6	1,16	1,07	10,35	10,35	7453,16	7453,07	283225,88	246213,95	37011,93	125328,60
8,8	1,16	1,07	10,35	10,35	7453,16	7453,07	290679,04	253667,02	37012,02	125328,69
9	1,16	1,07	10,35	10,35	7453,16	7453,07	298132,20	261120,09	37012,11	125328,78
9,2	1,16	1,07	10,35	10,35	7453,16	7453,07	305585,36	268573,16	37012,20	125328,87
9,4	1,16	1,07	10,35	10,35	7453,16	7453,07	313038,52	276026,23	37012,29	125328,96
9,6	1,16	1,07	10,35	10,35	7453,16	7453,07	320491,68	283479,30	37012,38	125329,05
9,8	1,16	1,07	10,35	10,35	7453,16	7453,07	327944,84	290932,36	37012,48	125329,14
10	1,16	1,07	10,35	10,35	7453,16	7453,07	335398,00	298385,43	37012,57	125329,24
10,2	1,16	1,07	10,35	10,35	7453,16	7453,07	342851,16	305838,50	37012,66	125329,33
10,4	1,16	1,07	10,35	10,35	7453,16	7453,07	350304,32	313291,57	37012,75	125329,42
10,6	1,16	1,07	10,35	10,35	7453,16	7453,07	357757,48	320744,64	37012,84	125329,51
10,8	1,16	1,07	0,00	10,35	1,16	7453,07	357758,64	328197,71	29560,93	117877,60
11	1,16	1,07	0,00	10,35	1,16	7453,07	357759,80	335650,78	22109,02	110425,69
11,2	1,16	1,07	0,00	10,35	1,16	7453,07	357760,96	343103,85	14657,11	102973,78
11,4	1,16	1,07	0,00	10,35	1,16	7453,07	357762,12	350556,91	7205,21	95521,88
11,6	1,16	1,07	0,00	10,35	1,16	7453,07	357763,28	358009,98	-246,70	88069,97
11,8	1,16	1,07	10,35	0,00	7453,16	1,07	365216,44	358011,05	7205,39	95522,06
12	1,16	1,07	10,35	0,00	7453,16	1,07	372669,60	358012,12	14657,48	102974,15
12,2	1,16	1,07	10,35	0,00	7453,16	1,07	380122,76	358013,19	22109,57	110426,24
12,4	1,16	1,07	10,35	0,00	7453,16	1,07	387575,92	358014,26	29561,66	117878,33
12,6	1,16	1,07	10,35	0,00	7453,16	1,07	395029,08	358015,33	37013,75	125330,42
12,8	1,16	1,07	10,35	10,35	7453,16	7453,07	402482,24	365468,39	37013,85	125330,51
13	1,16	1,07	10,35	10,35	7453,16	7453,07	409935,40	372921,46	37013,94	125330,61
13,2	1,16	1,07	10,35	10,35	7453,16	7453,07	417388,56	380374,53	37014,03	125330,70

Tabel 6. Perhitungan Mass Curve KTH Mendalan Harian pada Bulan Juli (Lanjutan)

Jam Ke	Presipitasi Rata-rata (Inflow)	Evaporasi (Outflow)	Q.in	Q.out	Vol. Inflow	V.Outflow	V.In. Kum.	V.Out. Kum.	V. In. Kum - V. Out. Kum	Volume Akhir
	m ³	m ³	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
13,4	1,16	1,07	10,35	10,35	7453,16	7453,07	424841,72	387827,60	37014,12	125330,79
13,6	1,16	1,07	10,35	10,35	7453,16	7453,07	432294,88	395280,67	37014,21	125330,88
13,8	1,16	1,07	10,35	10,35	7453,16	7453,07	439748,04	402733,74	37014,30	125330,97
14	1,16	1,07	10,35	10,35	7453,16	7453,07	447201,20	410186,81	37014,39	125331,06
14,2	1,16	1,07	10,35	10,35	7453,16	7453,07	454654,36	417639,88	37014,48	125331,15
14,4	1,16	1,07	10,35	10,35	7453,16	7453,07	462107,52	425092,94	37014,58	125331,25
14,6	1,16	1,07	10,35	10,35	7453,16	7453,07	469560,68	432546,01	37014,67	125331,34
14,8	1,16	1,07	10,35	10,35	7453,16	7453,07	477013,84	439999,08	37014,76	125331,43
15	1,16	1,07	10,35	10,35	7453,16	7453,07	484467,00	447452,15	37014,85	125331,52
15,2	1,16	1,07	10,35	10,35	7453,16	7453,07	491920,16	454905,22	37014,94	125331,61
15,4	1,16	1,07	10,35	10,35	7453,16	7453,07	499373,32	462358,29	37015,03	125331,70
15,6	1,16	1,07	10,35	10,35	7453,16	7453,07	506826,48	469811,36	37015,12	125331,79
15,8	1,16	1,07	10,35	10,35	7453,16	7453,07	514279,64	477264,42	37015,22	125331,88
16	1,16	1,07	10,35	10,35	7453,16	7453,07	521732,80	484717,49	37015,31	125331,98
16,2	1,16	1,07	10,35	10,35	7453,16	7453,07	529185,96	492170,56	37015,40	125332,07
16,4	1,16	1,07	10,35	10,35	7453,16	7453,07	536639,12	499623,63	37015,49	125332,16
16,6	1,16	1,07	0,00	10,35	1,16	7453,07	536640,28	507076,70	29563,58	117880,25
16,8	1,16	1,07	0,00	10,35	1,16	7453,07	536641,44	514529,77	22111,67	110428,34
17	1,16	1,07	0,00	10,35	1,16	7453,07	536642,60	521982,84	14659,76	102976,43
17,2	1,16	1,07	0,00	10,35	1,16	7453,07	536643,76	529435,91	7207,85	95524,52
17,4	1,16	1,07	0,00	10,35	1,16	7453,07	536644,92	536888,97	-244,05	88072,62
17,6	1,16	1,07	10,35	0,00	7453,16	1,07	544098,08	536890,04	7208,04	95524,71
17,8	1,16	1,07	10,35	0,00	7453,16	1,07	551551,24	536891,11	14660,13	102976,80
18	1,16	1,07	10,35	0,00	7453,16	1,07	559004,40	536892,18	22112,22	110428,89
18,2	1,16	1,07	10,35	0,00	7453,16	1,07	566457,56	536893,25	29564,31	117880,98
18,4	1,16	1,07	10,35	0,00	7453,16	1,07	573910,72	536894,32	37016,40	125333,07
18,6	1,16	1,07	10,35	10,35	7453,16	7453,07	581363,88	544347,39	37016,49	125333,16
18,8	1,16	1,07	10,35	10,35	7453,16	7453,07	588817,04	551800,45	37016,59	125333,25
19	1,16	1,07	10,35	10,35	7453,16	7453,07	596270,20	559253,52	37016,68	125333,35
19,2	1,16	1,07	10,35	10,35	7453,16	7453,07	603723,36	566706,59	37016,77	125333,44
19,4	1,16	1,07	10,35	10,35	7453,16	7453,07	611176,52	574159,66	37016,86	125333,53
19,6	1,16	1,07	10,35	10,35	7453,16	7453,07	618629,68	581612,73	37016,95	125333,62
19,8	1,16	1,07	10,35	10,35	7453,16	7453,07	626082,84	589065,80	37017,04	125333,71
20	1,16	1,07	10,35	10,35	7453,16	7453,07	633536,00	596518,87	37017,13	125333,80
20,2	1,16	1,07	10,35	10,35	7453,16	7453,07	640989,16	603971,94	37017,22	125333,89

Tabel 6. Perhitungan Mass Curve KTH Mendalan Harian pada Bulan Juli (Lanjutan)

Jam Ke	Presipitasi Rata-rata (Inflow)	Evaporasi (Outflow)	Q.in	Q.out	Vol. Inflow	V.Outflow	V.In. Kum.	V.Out. Kum.	V. In. Kum - V. Out. Kum	Volume Akhir
	m ³	m ³	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
20,4	1,16	1,07	10,35	10,35	7453,16	7453,07	648442,32	611425,00	37017,32	125333,99
20,6	1,16	1,07	10,35	10,35	7453,16	7453,07	655895,48	618878,07	37017,41	125334,08
20,8	1,16	1,07	10,35	10,35	7453,16	7453,07	663348,64	626331,14	37017,50	125334,17
21	1,16	1,07	10,35	10,35	7453,16	7453,07	670801,80	633784,21	37017,59	125334,26
21,2	1,16	1,07	10,35	10,35	7453,16	7453,07	678254,96	641237,28	37017,68	125334,35
21,4	1,16	1,07	10,35	10,35	7453,16	7453,07	685708,12	648690,35	37017,77	125334,44
21,6	1,16	1,07	10,35	10,35	7453,16	7453,07	693161,28	656143,42	37017,86	125334,53
21,8	1,16	1,07	10,35	10,35	7453,16	7453,07	700614,44	663596,48	37017,96	125334,62
22	1,16	1,07	10,35	10,35	7453,16	7453,07	708067,60	671049,55	37018,05	125334,72
22,2	1,16	1,07	10,35	10,35	7453,16	7453,07	715520,76	678502,62	37018,14	125334,81
22,4	1,16	1,07	0,00	10,35	1,16	7453,07	715521,92	685955,69	29566,23	117882,90
22,6	1,16	1,07	0,00	10,35	1,16	7453,07	715523,08	693408,76	22114,32	110430,99
22,8	1,16	1,07	0,00	10,35	1,16	7453,07	715524,24	700861,83	14662,41	102979,08
23	1,16	1,07	0,00	10,35	1,16	7453,07	715525,40	708314,90	7210,50	95527,17
23,2	1,16	1,07	0,00	10,35	1,16	7453,07	715526,56	715767,97	-241,41	88075,26
23,4	1,16	1,07	0,00	0,00	1,16	1,07	715527,72	715769,03	-241,31	88075,36
23,6	1,16	1,07	0,00	0,00	1,16	1,07	715528,88	715770,10	-241,22	88075,45
23,8	1,16	1,07	0,00	0,00	1,16	1,07	715530,04	715771,17	-241,13	88075,54
24	1,16	1,07	0,00	0,00	1,16	1,07	715531,20	715772,24	-241,04	88075,63

Tabel 7. Perhitungan Mass Curve KTH Mendalan Harian pada Bulan Agustus

Jam Ke	Presipitasi Rata-rata (Inflow)	Evaporasi (Outflow)	Q.in	Q.out	Vol. Inflow	V.Outflow	V.In. Kum.	V.Out. Kum.	V. In. Kum - V. Out. Kum	Volume Akhir
	m ³	m ³	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	88075,63
0,2	0,31	0,98	10,35	0,00	7452,31	0,98	7452,31	0,98	7451,33	95526,96
0,4	0,31	0,98	10,35	0,00	7452,31	0,98	14904,62	1,96	14902,67	102978,29
0,6	0,31	0,98	10,35	0,00	7452,31	0,98	22356,93	2,93	22354,00	110429,63
0,8	0,31	0,98	10,35	0,00	7452,31	0,98	29809,24	3,91	29805,33	117880,96
1	0,31	0,98	10,35	0,00	7452,31	0,98	37261,55	4,89	37256,66	125332,29
1,2	0,31	0,98	10,35	10,35	7452,31	7452,98	44713,86	7457,87	37256,00	125331,62
1,4	0,31	0,98	10,35	10,35	7452,31	7452,98	52166,17	14910,84	37255,33	125330,96
1,6	0,31	0,98	10,35	10,35	7452,31	7452,98	59618,48	22363,82	37254,66	125330,29
1,8	0,31	0,98	10,35	10,35	7452,31	7452,98	67070,79	29816,80	37253,99	125329,62
2	0,31	0,98	10,35	10,35	7452,31	7452,98	74523,10	37269,78	37253,33	125328,95
2,2	0,31	0,98	10,35	10,35	7452,31	7452,98	81975,41	44722,75	37252,66	125328,29
2,4	0,31	0,98	10,35	10,35	7452,31	7452,98	89427,72	52175,73	37251,99	125327,62
2,6	0,31	0,98	10,35	10,35	7452,31	7452,98	96880,03	59628,71	37251,32	125326,95
2,8	0,31	0,98	10,35	10,35	7452,31	7452,98	104332,34	67081,69	37250,66	125326,28
3	0,31	0,98	10,35	10,35	7452,31	7452,98	111784,65	74534,66	37249,99	125325,62
3,2	0,31	0,98	10,35	10,35	7452,31	7452,98	119236,96	81987,64	37249,32	125324,95
3,4	0,31	0,98	10,35	10,35	7452,31	7452,98	126689,27	89440,62	37248,65	125324,28
3,6	0,31	0,98	10,35	10,35	7452,31	7452,98	134141,58	96893,60	37247,99	125323,61
3,8	0,31	0,98	10,35	10,35	7452,31	7452,98	141593,89	104346,57	37247,32	125322,95
4	0,31	0,98	10,35	10,35	7452,31	7452,98	149046,20	111799,55	37246,65	125322,28
4,2	0,31	0,98	10,35	10,35	7452,31	7452,98	156498,51	119252,53	37245,98	125321,61
4,4	0,31	0,98	10,35	10,35	7452,31	7452,98	163950,82	126705,51	37245,32	125320,94
4,6	0,31	0,98	10,35	10,35	7452,31	7452,98	171403,13	134158,48	37244,65	125320,28
4,8	0,31	0,98	10,35	10,35	7452,31	7452,98	178855,44	141611,46	37243,98	125319,61
5	0,31	0,98	0,00	10,35	0,31	7452,98	178855,75	149064,44	29791,31	117866,94
5,2	0,31	0,98	0,00	10,35	0,31	7452,98	178856,06	156517,42	22338,64	110414,27
5,4	0,31	0,98	0,00	10,35	0,31	7452,98	178856,37	163970,39	14885,98	102961,61
5,6	0,31	0,98	0,00	10,35	0,31	7452,98	178856,68	171423,37	7433,31	95508,94
5,8	0,31	0,98	0,00	10,35	0,31	7452,98	178856,99	178876,35	-19,36	88056,27
6	0,31	0,98	10,35	0,00	7452,31	0,98	186309,30	178877,33	7431,97	95507,60
6,2	0,31	0,98	10,35	0,00	7452,31	0,98	193761,61	178878,30	14883,31	102958,94
6,4	0,31	0,98	10,35	0,00	7452,31	0,98	201213,92	178879,28	22334,64	110410,27

Tabel 7. Perhitungan Mass Curve KTH Mendalan Harian pada Bulan Agustus (Lanjutan)

Jam Ke	Presipitasi Rata-rata (Inflow)	Evaporasi (Outflow)	Q.in	Q.out	Vol. Inflow	V.Outflow	V.In. Kum.	V.Out. Kum.	V. In. Kum - V. Out. Kum	Volume Akhir
	m ³	m ³	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
6,6	0,31	0,98	10,35	0,00	7452,31	0,98	208666,23	178880,26	29785,97	117861,60
6,8	0,31	0,98	10,35	0,00	7452,31	0,98	216118,54	178881,24	37237,30	125312,93
7	0,31	0,98	10,35	10,35	7452,31	7452,98	223570,85	186334,21	37236,64	125312,27
7,2	0,31	0,98	10,35	10,35	7452,31	7452,98	231023,16	193787,19	37235,97	125311,60
7,4	0,31	0,98	10,35	10,35	7452,31	7452,98	238475,47	201240,17	37235,30	125310,93
7,6	0,31	0,98	10,35	10,35	7452,31	7452,98	245927,78	208693,15	37234,63	125310,26
7,8	0,31	0,98	10,35	10,35	7452,31	7452,98	253380,09	216146,12	37233,97	125309,60
8	0,31	0,98	10,35	10,35	7452,31	7452,98	260832,40	223599,10	37233,30	125308,93
8,2	0,31	0,98	10,35	10,35	7452,31	7452,98	268284,71	231052,08	37232,63	125308,26
8,4	0,31	0,98	10,35	10,35	7452,31	7452,98	275737,02	238505,06	37231,96	125307,59
8,6	0,31	0,98	10,35	10,35	7452,31	7452,98	283189,33	245958,03	37231,30	125306,93
8,8	0,31	0,98	10,35	10,35	7452,31	7452,98	290641,64	253411,01	37230,63	125306,26
9	0,31	0,98	10,35	10,35	7452,31	7452,98	298093,95	260863,99	37229,96	125305,59
9,2	0,31	0,98	10,35	10,35	7452,31	7452,98	305546,26	268316,97	37229,29	125304,92
9,4	0,31	0,98	10,35	10,35	7452,31	7452,98	312998,57	275769,94	37228,63	125304,26
9,6	0,31	0,98	10,35	10,35	7452,31	7452,98	320450,88	283222,92	37227,96	125303,59
9,8	0,31	0,98	10,35	10,35	7452,31	7452,98	327903,19	290675,90	37227,29	125302,92
10	0,31	0,98	10,35	10,35	7452,31	7452,98	335355,50	298128,88	37226,62	125302,25
10,2	0,31	0,98	10,35	10,35	7452,31	7452,98	342807,81	305581,85	37225,96	125301,59
10,4	0,31	0,98	10,35	10,35	7452,31	7452,98	350260,12	313034,83	37225,29	125300,92
10,6	0,31	0,98	10,35	10,35	7452,31	7452,98	357712,43	320487,81	37224,62	125300,25
10,8	0,31	0,98	0,00	10,35	0,31	7452,98	357712,74	327940,79	29771,96	117847,58
11	0,31	0,98	0,00	10,35	0,31	7452,98	357713,05	335393,76	22319,29	110394,92
11,2	0,31	0,98	0,00	10,35	0,31	7452,98	357713,36	342846,74	14866,62	102942,25
11,4	0,31	0,98	0,00	10,35	0,31	7452,98	357713,67	350299,72	7413,95	95489,58
11,6	0,31	0,98	0,00	10,35	0,31	7452,98	357713,98	357752,70	-38,72	88036,91
11,8	0,31	0,98	10,35	0,00	7452,31	0,98	365166,29	357753,67	7412,62	95488,25
12	0,31	0,98	10,35	0,00	7452,31	0,98	372618,60	357754,65	14863,95	102939,58
12,2	0,31	0,98	10,35	0,00	7452,31	0,98	380070,91	357755,63	22315,28	110390,91
12,4	0,31	0,98	10,35	0,00	7452,31	0,98	387523,22	357756,61	29766,62	117842,24
12,6	0,31	0,98	10,35	0,00	7452,31	0,98	394975,53	357757,58	37217,95	125293,58
12,8	0,31	0,98	10,35	10,35	7452,31	7452,98	402427,84	365210,56	37217,28	125292,91
13	0,31	0,98	10,35	10,35	7452,31	7452,98	409880,15	372663,54	37216,61	125292,24
13,2	0,31	0,98	10,35	10,35	7452,31	7452,98	417332,46	380116,52	37215,95	125291,57

Tabel 7. Perhitungan Mass Curve KTH Mendalan Harian pada Bulan Agustus (Lanjutan)

Jam Ke	Presipitasi Rata-rata (Inflow)	Evaporasi (Outflow)	Q.in	Q.out	Vol. Inflow	V.Outflow	V.In. Kum.	V.Out. Kum.	V. In. Kum - V. Out. Kum	Volume Akhir
	m ³	m ³	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
13,4	0,31	0,98	10,35	10,35	7452,31	7452,98	424784,77	387569,49	37215,28	125290,91
13,6	0,31	0,98	10,35	10,35	7452,31	7452,98	432237,08	395022,47	37214,61	125290,24
13,8	0,31	0,98	10,35	10,35	7452,31	7452,98	439689,39	402475,45	37213,94	125289,57
14	0,31	0,98	10,35	10,35	7452,31	7452,98	447141,70	409928,43	37213,28	125288,90
14,2	0,31	0,98	10,35	10,35	7452,31	7452,98	454594,01	417381,40	37212,61	125288,24
14,4	0,31	0,98	10,35	10,35	7452,31	7452,98	462046,32	424834,38	37211,94	125287,57
14,6	0,31	0,98	10,35	10,35	7452,31	7452,98	469498,63	432287,36	37211,27	125286,90
14,8	0,31	0,98	10,35	10,35	7452,31	7452,98	476950,94	439740,34	37210,61	125286,23
15	0,31	0,98	10,35	10,35	7452,31	7452,98	484403,25	447193,31	37209,94	125285,57
15,2	0,31	0,98	10,35	10,35	7452,31	7452,98	491855,56	454646,29	37209,27	125284,90
15,4	0,31	0,98	10,35	10,35	7452,31	7452,98	499307,87	462099,27	37208,60	125284,23
15,6	0,31	0,98	10,35	10,35	7452,31	7452,98	506760,18	469552,25	37207,94	125283,56
15,8	0,31	0,98	10,35	10,35	7452,31	7452,98	514212,49	477005,22	37207,27	125282,90
16	0,31	0,98	10,35	10,35	7452,31	7452,98	521664,80	484458,20	37206,60	125282,23
16,2	0,31	0,98	10,35	10,35	7452,31	7452,98	529117,11	491911,18	37205,93	125281,56
16,4	0,31	0,98	10,35	10,35	7452,31	7452,98	536569,42	499364,16	37205,27	125280,89
16,6	0,31	0,98	0,00	10,35	0,31	7452,98	536569,73	506817,13	29752,60	117828,23
16,8	0,31	0,98	0,00	10,35	0,31	7452,98	536570,04	514270,11	22299,93	110375,56
17	0,31	0,98	0,00	10,35	0,31	7452,98	536570,35	521723,09	14847,26	102922,89
17,2	0,31	0,98	0,00	10,35	0,31	7452,98	536570,66	529176,07	7394,60	95470,22
17,4	0,31	0,98	0,00	10,35	0,31	7452,98	536570,97	536629,04	-58,07	88017,56
17,6	0,31	0,98	10,35	0,00	7452,31	0,98	544023,28	536630,02	7393,26	95468,89
17,8	0,31	0,98	10,35	0,00	7452,31	0,98	551475,59	536631,00	14844,59	102920,22
18	0,31	0,98	10,35	0,00	7452,31	0,98	558927,90	536631,98	22295,93	110371,55
18,2	0,31	0,98	10,35	0,00	7452,31	0,98	566380,21	536632,95	29747,26	117822,89
18,4	0,31	0,98	10,35	0,00	7452,31	0,98	573832,52	536633,93	37198,59	125274,22
18,6	0,31	0,98	10,35	10,35	7452,31	7452,98	581284,83	544086,91	37197,92	125273,55
18,8	0,31	0,98	10,35	10,35	7452,31	7452,98	588737,14	551539,89	37197,26	125272,88
19	0,31	0,98	10,35	10,35	7452,31	7452,98	596189,45	558992,86	37196,59	125272,22
19,2	0,31	0,98	10,35	10,35	7452,31	7452,98	603641,76	566445,84	37195,92	125271,55
19,4	0,31	0,98	10,35	10,35	7452,31	7452,98	611094,07	573898,82	37195,25	125270,88
19,6	0,31	0,98	10,35	10,35	7452,31	7452,98	618546,38	581351,80	37194,59	125270,21
19,8	0,31	0,98	10,35	10,35	7452,31	7452,98	625998,69	588804,77	37193,92	125269,55
20	0,31	0,98	10,35	10,35	7452,31	7452,98	633451,00	596257,75	37193,25	125268,88
20,2	0,31	0,98	10,35	10,35	7452,31	7452,98	640903,31	603710,73	37192,58	125268,21

Tabel 7. Perhitungan Mass Curve KTH Mendalan Harian pada Bulan Agustus (Lanjutan)

Jam Ke	Presipitasi Rata-rata (Inflow)	Evaporasi (Outflow)	Q.in	Q.out	Vol. Inflow	V.Outflow	V.In. Kum.	V.Out. Kum.	V. In. Kum - V. Out. Kum	Volume Akhir
	m ³	m ³	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
20,4	0,31	0,98	10,35	10,35	7452,31	7452,98	648355,62	611163,71	37191,92	125267,54
20,6	0,31	0,98	10,35	10,35	7452,31	7452,98	655807,93	618616,68	37191,25	125266,88
20,8	0,31	0,98	10,35	10,35	7452,31	7452,98	663260,24	626069,66	37190,58	125266,21
21	0,31	0,98	10,35	10,35	7452,31	7452,98	670712,55	633522,64	37189,91	125265,54
21,2	0,31	0,98	10,35	10,35	7452,31	7452,98	678164,86	640975,62	37189,25	125264,87
21,4	0,31	0,98	10,35	10,35	7452,31	7452,98	685617,17	648428,59	37188,58	125264,21
21,6	0,31	0,98	10,35	10,35	7452,31	7452,98	693069,48	655881,57	37187,91	125263,54
21,8	0,31	0,98	10,35	10,35	7452,31	7452,98	700521,79	663334,55	37187,24	125262,87
22	0,31	0,98	10,35	10,35	7452,31	7452,98	707974,10	670787,53	37186,58	125262,20
22,2	0,31	0,98	10,35	10,35	7452,31	7452,98	715426,41	678240,50	37185,91	125261,54
22,4	0,31	0,98	0,00	10,35	0,31	7452,98	715426,72	685693,48	29733,24	117808,87
22,6	0,31	0,98	0,00	10,35	0,31	7452,98	715427,03	693146,46	22280,57	110356,20
22,8	0,31	0,98	0,00	10,35	0,31	7452,98	715427,34	700599,44	14827,91	102903,53
23	0,31	0,98	0,00	10,35	0,31	7452,98	715427,65	708052,41	7375,24	95450,87
23,2	0,31	0,98	0,00	10,35	0,31	7452,98	715427,96	715505,39	-77,43	87998,20
23,4	0,31	0,98	0,00	0,00	0,31	0,98	715428,27	715506,37	-78,10	87997,53
23,6	0,31	0,98	0,00	0,00	0,31	0,98	715428,58	715507,35	-78,76	87996,86
23,8	0,31	0,98	0,00	0,00	0,31	0,98	715428,89	715508,32	-79,43	87996,20
24	0,31	0,98	0,00	0,00	0,31	0,98	715429,20	715509,30	-80,10	87995,53

Tabel 8. Perhitungan Mass Curve KTH Mendalan Harian pada Bulan September

Jam Ke	Presipitasi Rata-rata (Inflow)	Evaporasi (Outflow)	Q.in	Q.out	Vol. Inflow	V.Outflow	V.In. Kum.	V.Out. Kum.	V. In. Kum - V. Out. Kum	Volume Akhir
	m ³	m ³	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	87995,53
0,2	1,93	1,13	10,69	0,00	7698,73	1,13	7698,73	1,13	7697,60	95693,13
0,4	1,93	1,13	10,69	0,00	7698,73	1,13	15397,46	2,26	15395,20	103390,73
0,6	1,93	1,13	10,69	0,00	7698,73	1,13	23096,19	3,39	23092,80	111088,33
0,8	1,93	1,13	10,69	0,00	7698,73	1,13	30794,92	4,52	30790,40	118785,93
1	1,93	1,13	10,69	0,00	7698,73	1,13	38493,65	5,65	38488,00	126483,53
1,2	1,93	1,13	10,69	10,70	7698,73	7705,13	46192,38	7710,78	38481,60	126477,13
1,4	1,93	1,13	10,69	10,70	7698,73	7705,13	53891,11	15415,91	38475,20	126470,73
1,6	1,93	1,13	10,69	10,70	7698,73	7705,13	61589,84	23121,04	38468,80	126464,33
1,8	1,93	1,13	10,69	10,70	7698,73	7705,13	69288,57	30826,17	38462,40	126457,93
2	1,93	1,13	10,69	10,70	7698,73	7705,13	76987,30	38531,30	38456,00	126451,53
2,2	1,93	1,13	10,69	10,70	7698,73	7705,13	84686,03	46236,43	38449,60	126445,13
2,4	1,93	1,13	10,69	10,70	7698,73	7705,13	92384,76	53941,56	38443,20	126438,73
2,6	1,93	1,13	10,69	10,70	7698,73	7705,13	100083,49	61646,69	38436,80	126432,33
2,8	1,93	1,13	10,69	10,70	7698,73	7705,13	107782,22	69351,82	38430,40	126425,93
3	1,93	1,13	10,69	10,70	7698,73	7705,13	115480,95	77056,95	38424,01	126419,53
3,2	1,93	1,13	10,69	10,70	7698,73	7705,13	123179,68	84762,07	38417,61	126413,13
3,4	1,93	1,13	10,69	10,70	7698,73	7705,13	130878,41	92467,20	38411,21	126406,74
3,6	1,93	1,13	10,69	10,70	7698,73	7705,13	138577,14	100172,33	38404,81	126400,34
3,8	1,93	1,13	10,69	10,70	7698,73	7705,13	146275,87	107877,46	38398,41	126393,94
4	1,93	1,13	10,69	10,70	7698,73	7705,13	153974,60	115582,59	38392,01	126387,54
4,2	1,93	1,13	10,69	10,70	7698,73	7705,13	161673,33	123287,72	38385,61	126381,14
4,4	1,93	1,13	10,69	10,70	7698,73	7705,13	169372,06	130992,85	38379,21	126374,74
4,6	1,93	1,13	10,69	10,70	7698,73	7705,13	177070,79	138697,98	38372,81	126368,34
4,8	1,93	1,13	10,69	10,70	7698,73	7705,13	184769,52	146403,11	38366,41	126361,94
5	1,93	1,13	0,00	10,70	1,93	7705,13	184771,45	154108,24	30663,21	118658,74
5,2	1,93	1,13	0,00	10,70	1,93	7705,13	184773,38	161813,37	22960,01	110955,54
5,4	1,93	1,13	0,00	10,70	1,93	7705,13	184775,31	169518,50	15256,81	103252,34
5,6	1,93	1,13	0,00	10,70	1,93	7705,13	184777,24	177223,63	7553,61	95549,14
5,8	1,93	1,13	0,00	10,70	1,93	7705,13	184779,17	184928,76	-149,59	87845,94
6	1,93	1,13	10,69	0,00	7698,73	1,13	192477,90	184929,89	7548,01	95543,54
6,2	1,93	1,13	10,69	0,00	7698,73	1,13	200176,63	184931,02	15245,61	103241,14
6,4	1,93	1,13	10,69	0,00	7698,73	1,13	207875,36	184932,15	22943,21	110938,74

Tabel 8. Perhitungan Mass Curve KTH Mendalan Harian pada Bulan September (Lanjutan)

Jam Ke	Presipitasi Rata-rata (Inflow)	Evaporasi (Outflow)	Q.in	Q.out	Vol. Inflow	V.Outflow	V.In. Kum.	V.Out. Kum.	V. In. Kum - V. Out. Kum	Volume Akhir
	m ³	m ³	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
6,6	1,93	1,13	10,69	0,00	7698,73	1,13	215574,09	184933,28	30640,81	118636,34
6,8	1,93	1,13	10,69	0,00	7698,73	1,13	223272,82	184934,41	38338,41	126333,94
7	1,93	1,13	10,69	10,70	7698,73	7705,13	230971,55	192639,54	38332,01	126327,54
7,2	1,93	1,13	10,69	10,70	7698,73	7705,13	238670,28	200344,67	38325,61	126321,14
7,4	1,93	1,13	10,69	10,70	7698,73	7705,13	246369,01	208049,80	38319,21	126314,74
7,6	1,93	1,13	10,69	10,70	7698,73	7705,13	254067,74	215754,93	38312,81	126308,34
7,8	1,93	1,13	10,69	10,70	7698,73	7705,13	261766,47	223460,06	38306,41	126301,94
8	1,93	1,13	10,69	10,70	7698,73	7705,13	269465,20	231165,19	38300,01	126295,54
8,2	1,93	1,13	10,69	10,70	7698,73	7705,13	277163,93	238870,32	38293,61	126289,14
8,4	1,93	1,13	10,69	10,70	7698,73	7705,13	284862,66	246575,45	38287,21	126282,74
8,6	1,93	1,13	10,69	10,70	7698,73	7705,13	292561,39	254280,58	38280,81	126276,34
8,8	1,93	1,13	10,69	10,70	7698,73	7705,13	300260,12	261985,71	38274,41	126269,94
9	1,93	1,13	10,69	10,70	7698,73	7705,13	307958,85	269690,84	38268,02	126263,54
9,2	1,93	1,13	10,69	10,70	7698,73	7705,13	315657,58	277395,96	38261,62	126257,14
9,4	1,93	1,13	10,69	10,70	7698,73	7705,13	323356,31	285101,09	38255,22	126250,75
9,6	1,93	1,13	10,69	10,70	7698,73	7705,13	331055,04	292806,22	38248,82	126244,35
9,8	1,93	1,13	10,69	10,70	7698,73	7705,13	338753,77	300511,35	38242,42	126237,95
10	1,93	1,13	10,69	10,70	7698,73	7705,13	346452,50	308216,48	38236,02	126231,55
10,2	1,93	1,13	10,69	10,70	7698,73	7705,13	354151,23	315921,61	38229,62	126225,15
10,4	1,93	1,13	10,69	10,70	7698,73	7705,13	361849,96	323626,74	38223,22	126218,75
10,6	1,93	1,13	10,69	10,70	7698,73	7705,13	369548,69	331331,87	38216,82	126212,35
10,8	1,93	1,13	0,00	10,70	1,93	7705,13	369550,62	339037,00	30513,62	118509,15
11	1,93	1,13	0,00	10,70	1,93	7705,13	369552,55	346742,13	22810,42	110805,95
11,2	1,93	1,13	0,00	10,70	1,93	7705,13	369554,48	354447,26	15107,22	103102,75
11,4	1,93	1,13	0,00	10,70	1,93	7705,13	369556,41	362152,39	7404,02	95399,55
11,6	1,93	1,13	0,00	10,70	1,93	7705,13	369558,34	369857,52	-299,18	87696,35
11,8	1,93	1,13	10,69	0,00	7698,73	1,13	377257,07	369858,65	7398,42	95393,95
12	1,93	1,13	10,69	0,00	7698,73	1,13	384955,80	369859,78	15096,02	103091,55
12,2	1,93	1,13	10,69	0,00	7698,73	1,13	392654,53	369860,91	22793,62	110789,15
12,4	1,93	1,13	10,69	0,00	7698,73	1,13	400353,26	369862,04	30491,22	118486,75
12,6	1,93	1,13	10,69	0,00	7698,73	1,13	408051,99	369863,17	38188,82	126184,35
12,8	1,93	1,13	10,69	10,70	7698,73	7705,13	415750,72	377568,30	38182,42	126177,95
13	1,93	1,13	10,69	10,70	7698,73	7705,13	423449,45	385273,43	38176,02	126171,55
13,2	1,93	1,13	10,69	10,70	7698,73	7705,13	431148,18	392978,56	38169,62	126165,15

Tabel 8. Perhitungan Mass Curve KTH Mendalan Harian pada Bulan September (Lanjutan)

Jam Ke	Presipitasi Rata-rata (Inflow)	Evaporasi (Outflow)	Q.in	Q.out	Vol. Inflow	V.Outflow	V.In. Kum.	V.Out. Kum.	V. In. Kum - V. Out. Kum	Volume Akhir
	m ³	m ³	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
13,4	1,93	1,13	10,69	10,70	7698,73	7705,13	438846,91	400683,69	38163,22	126158,75
13,6	1,93	1,13	10,69	10,70	7698,73	7705,13	446545,64	408388,82	38156,82	126152,35
13,8	1,93	1,13	10,69	10,70	7698,73	7705,13	454244,37	416093,95	38150,42	126145,95
14	1,93	1,13	10,69	10,70	7698,73	7705,13	461943,10	423799,08	38144,02	126139,55
14,2	1,93	1,13	10,69	10,70	7698,73	7705,13	469641,83	431504,21	38137,62	126133,15
14,4	1,93	1,13	10,69	10,70	7698,73	7705,13	477340,56	439209,34	38131,22	126126,75
14,6	1,93	1,13	10,69	10,70	7698,73	7705,13	485039,29	446914,47	38124,82	126120,35
14,8	1,93	1,13	10,69	10,70	7698,73	7705,13	492738,02	454619,60	38118,42	126113,95
15	1,93	1,13	10,69	10,70	7698,73	7705,13	500436,75	462324,73	38112,03	126107,55
15,2	1,93	1,13	10,69	10,70	7698,73	7705,13	508135,48	470029,85	38105,63	126101,15
15,4	1,93	1,13	10,69	10,70	7698,73	7705,13	515834,21	477734,98	38099,23	126094,76
15,6	1,93	1,13	10,69	10,70	7698,73	7705,13	523532,94	485440,11	38092,83	126088,36
15,8	1,93	1,13	10,69	10,70	7698,73	7705,13	531231,67	493145,24	38086,43	126081,96
16	1,93	1,13	10,69	10,70	7698,73	7705,13	538930,40	500850,37	38080,03	126075,56
16,2	1,93	1,13	10,69	10,70	7698,73	7705,13	546629,13	508555,50	38073,63	126069,16
16,4	1,93	1,13	10,69	10,70	7698,73	7705,13	554327,86	516260,63	38067,23	126062,76
16,6	1,93	1,13	0,00	10,70	1,93	7705,13	554329,79	523965,76	30364,03	118359,56
16,8	1,93	1,13	0,00	10,70	1,93	7705,13	554331,72	531670,89	22660,83	110656,36
17	1,93	1,13	0,00	10,70	1,93	7705,13	554333,65	539376,02	14957,63	102953,16
17,2	1,93	1,13	0,00	10,70	1,93	7705,13	554335,58	547081,15	7254,43	95249,96
17,4	1,93	1,13	0,00	10,70	1,93	7705,13	554337,51	554786,28	-448,77	87546,76
17,6	1,93	1,13	10,69	0,00	7698,73	1,13	562036,24	554787,41	7248,83	95244,36
17,8	1,93	1,13	10,69	0,00	7698,73	1,13	569734,97	554788,54	14946,43	102941,96
18	1,93	1,13	10,69	0,00	7698,73	1,13	577433,70	554789,67	22644,03	110639,56
18,2	1,93	1,13	10,69	0,00	7698,73	1,13	585132,43	554790,80	30341,63	118337,16
18,4	1,93	1,13	10,69	0,00	7698,73	1,13	592831,16	554791,93	38039,23	126034,76
18,6	1,93	1,13	10,69	10,70	7698,73	7705,13	600529,89	562497,06	38032,83	126028,36
18,8	1,93	1,13	10,69	10,70	7698,73	7705,13	608228,62	570202,19	38026,43	126021,96
19	1,93	1,13	10,69	10,70	7698,73	7705,13	615927,35	577907,32	38020,03	126015,56
19,2	1,93	1,13	10,69	10,70	7698,73	7705,13	623626,08	585612,45	38013,63	126009,16
19,4	1,93	1,13	10,69	10,70	7698,73	7705,13	631324,81	593317,58	38007,23	126002,76
19,6	1,93	1,13	10,69	10,70	7698,73	7705,13	639023,54	601022,71	38000,83	125996,36
19,8	1,93	1,13	10,69	10,70	7698,73	7705,13	646722,27	608727,84	37994,43	125989,96
20	1,93	1,13	10,69	10,70	7698,73	7705,13	654421,00	616432,97	37988,03	125983,56
20,2	1,93	1,13	10,69	10,70	7698,73	7705,13	662119,73	624138,10	37981,63	125977,16

Tabel 8. Perhitungan Mass Curve KTH Mendalan Harian pada Bulan September (Lanjutan)

Jam Ke	Presipitasi Rata-rata (Inflow)	Evaporasi (Outflow)	Q.in	Q.out	Vol. Inflow	V.Outflow	V.In. Kum.	V.Out. Kum.	V. In. Kum - V. Out. Kum	Volume Akhir
	m ³	m ³	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
20,4	1,93	1,13	10,69	10,70	7698,73	7705,13	669818,46	631843,23	37975,23	125970,76
20,6	1,93	1,13	10,69	10,70	7698,73	7705,13	677517,19	639548,36	37968,83	125964,36
20,8	1,93	1,13	10,69	10,70	7698,73	7705,13	685215,92	647253,49	37962,43	125957,96
21	1,93	1,13	10,69	10,70	7698,73	7705,13	692914,65	654958,61	37956,04	125951,56
21,2	1,93	1,13	10,69	10,70	7698,73	7705,13	700613,38	662663,74	37949,64	125945,16
21,4	1,93	1,13	10,69	10,70	7698,73	7705,13	708312,11	670368,87	37943,24	125938,77
21,6	1,93	1,13	10,69	10,70	7698,73	7705,13	716010,84	678074,00	37936,84	125932,37
21,8	1,93	1,13	10,69	10,70	7698,73	7705,13	723709,57	685779,13	37930,44	125925,97
22	1,93	1,13	10,69	10,70	7698,73	7705,13	731408,30	693484,26	37924,04	125919,57
22,2	1,93	1,13	10,69	10,70	7698,73	7705,13	739107,03	701189,39	37917,64	125913,17
22,4	1,93	1,13	0,00	10,70	1,93	7705,13	739108,96	708894,52	30214,44	118209,97
22,6	1,93	1,13	0,00	10,70	1,93	7705,13	739110,89	716599,65	22511,24	110506,77
22,8	1,93	1,13	0,00	10,70	1,93	7705,13	739112,82	724304,78	14808,04	102803,57
23	1,93	1,13	0,00	10,70	1,93	7705,13	739114,75	732009,91	7104,84	95100,37
23,2	1,93	1,13	0,00	10,70	1,93	7705,13	739116,68	739715,04	-598,36	87397,17
23,4	1,93	1,13	0,00	0,00	1,93	1,13	739118,61	739716,17	-597,56	87397,97
23,6	1,93	1,13	0,00	0,00	1,93	1,13	739120,54	739717,30	-596,76	87398,77
23,8	1,93	1,13	0,00	0,00	1,93	1,13	739122,47	739718,43	-595,96	87399,57
24	1,93	1,13	0,00	0,00	1,93	1,13	739124,40	739719,56	-595,16	87400,37

Tabel 9. Perhitungan Mass Curve KTH Mendalan Harian pada Bulan Oktober

Jam Ke	Presipitasi Rata-rata (Inflow)	Evaporasi (Outflow)	Q.in	Q.out	Vol. Inflow	V.Outflow	V.In. Kum.	V.Out. Kum.	V. In. Kum - V. Out. Kum	Volume Akhir
	m ³	m ³	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	87400,37
0,2	5,33	1,03	10,35	0,00	7457,33	1,03	7457,33	1,03	7456,30	94856,67
0,4	5,33	1,03	10,35	0,00	7457,33	1,03	14914,66	2,06	14912,60	102312,97
0,6	5,33	1,03	10,35	0,00	7457,33	1,03	22371,99	3,08	22368,91	109769,27
0,8	5,33	1,03	10,35	0,00	7457,33	1,03	29829,32	4,11	29825,21	117225,58
1	5,33	1,03	10,35	0,00	7457,33	1,03	37286,65	5,14	37281,51	124681,88
1,2	5,33	1,03	10,35	10,36	7457,33	7460,23	44743,98	7465,37	37278,61	124678,98
1,4	5,33	1,03	10,35	10,36	7457,33	7460,23	52201,31	14925,60	37275,71	124676,08
1,6	5,33	1,03	10,35	10,36	7457,33	7460,23	59658,64	22385,83	37272,81	124673,18
1,8	5,33	1,03	10,35	10,36	7457,33	7460,23	67115,97	29846,05	37269,92	124670,29
2	5,33	1,03	10,35	10,36	7457,33	7460,23	74573,30	37306,28	37267,02	124667,39
2,2	5,33	1,03	10,35	10,36	7457,33	7460,23	82030,63	44766,51	37264,12	124664,49
2,4	5,33	1,03	10,35	10,36	7457,33	7460,23	89487,96	52226,74	37261,22	124661,59
2,6	5,33	1,03	10,35	10,36	7457,33	7460,23	96945,29	59686,97	37258,32	124658,69
2,8	5,33	1,03	10,35	10,36	7457,33	7460,23	104402,62	67147,19	37255,43	124655,80
3	5,33	1,03	10,35	10,36	7457,33	7460,23	111859,95	74607,42	37252,53	124652,90
3,2	5,33	1,03	10,35	10,36	7457,33	7460,23	119317,28	82067,65	37249,63	124650,00
3,4	5,33	1,03	10,35	10,36	7457,33	7460,23	126774,61	89527,88	37246,73	124647,10
3,6	5,33	1,03	10,35	10,36	7457,33	7460,23	134231,94	96988,11	37243,83	124644,20
3,8	5,33	1,03	10,35	10,36	7457,33	7460,23	141689,27	104448,34	37240,93	124641,30
4	5,33	1,03	10,35	10,36	7457,33	7460,23	149146,60	111908,56	37238,04	124638,41
4,2	5,33	1,03	10,35	10,36	7457,33	7460,23	156603,93	119368,79	37235,14	124635,51
4,4	5,33	1,03	10,35	10,36	7457,33	7460,23	164061,26	126829,02	37232,24	124632,61
4,6	5,33	1,03	10,35	10,36	7457,33	7460,23	171518,59	134289,25	37229,34	124629,71
4,8	5,33	1,03	10,35	10,36	7457,33	7460,23	178975,92	141749,48	37226,44	124626,81
5	5,33	1,03	0,00	10,36	5,33	7460,23	178981,25	149209,70	29771,55	117171,92
5,2	5,33	1,03	0,00	10,36	5,33	7460,23	178986,58	156669,93	22316,65	109717,02
5,4	5,33	1,03	0,00	10,36	5,33	7460,23	178991,91	164130,16	14861,75	102262,12
5,6	5,33	1,03	0,00	10,36	5,33	7460,23	178997,24	171590,39	7406,85	94807,22
5,8	5,33	1,03	0,00	10,36	5,33	7460,23	179002,57	179050,62	-48,05	87352,32
6	5,33	1,03	10,35	0,00	7457,33	1,03	186459,90	179051,65	7408,26	94808,62
6,2	5,33	1,03	10,35	0,00	7457,33	1,03	193917,23	179052,67	14864,56	102264,93
6,4	5,33	1,03	10,35	0,00	7457,33	1,03	201374,56	179053,70	22320,86	109721,23

Tabel 9. Perhitungan Mass Curve KTH Mendalan Harian pada Bulan Oktober (Lanjutan)

Jam Ke	Presipitasi Rata-rata (Inflow)	Evaporasi (Outflow)	Q.in	Q.out	Vol. Inflow	V.Outflow	V.In. Kum.	V.Out. Kum.	V. In. Kum - V. Out. Kum	Volume Akhir
	m ³	m ³	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
6,6	5,33	1,03	10,35	0,00	7457,33	1,03	208831,89	179054,73	29777,16	117177,53
6,8	5,33	1,03	10,35	0,00	7457,33	1,03	216289,22	179055,76	37233,46	124633,83
7	5,33	1,03	10,35	10,36	7457,33	7460,23	223746,55	186515,99	37230,56	124630,93
7,2	5,33	1,03	10,35	10,36	7457,33	7460,23	231203,88	193976,21	37227,67	124628,04
7,4	5,33	1,03	10,35	10,36	7457,33	7460,23	238661,21	201436,44	37224,77	124625,14
7,6	5,33	1,03	10,35	10,36	7457,33	7460,23	246118,54	208896,67	37221,87	124622,24
7,8	5,33	1,03	10,35	10,36	7457,33	7460,23	253575,87	216356,90	37218,97	124619,34
8	5,33	1,03	10,35	10,36	7457,33	7460,23	261033,20	223817,13	37216,07	124616,44
8,2	5,33	1,03	10,35	10,36	7457,33	7460,23	268490,53	231277,35	37213,18	124613,54
8,4	5,33	1,03	10,35	10,36	7457,33	7460,23	275947,86	238737,58	37210,28	124610,65
8,6	5,33	1,03	10,35	10,36	7457,33	7460,23	283405,19	246197,81	37207,38	124607,75
8,8	5,33	1,03	10,35	10,36	7457,33	7460,23	290862,52	253658,04	37204,48	124604,85
9	5,33	1,03	10,35	10,36	7457,33	7460,23	298319,85	261118,27	37201,58	124601,95
9,2	5,33	1,03	10,35	10,36	7457,33	7460,23	305777,18	268578,50	37198,68	124599,05
9,4	5,33	1,03	10,35	10,36	7457,33	7460,23	313234,51	276038,72	37195,79	124596,16
9,6	5,33	1,03	10,35	10,36	7457,33	7460,23	320691,84	283498,95	37192,89	124593,26
9,8	5,33	1,03	10,35	10,36	7457,33	7460,23	328149,17	290959,18	37189,99	124590,36
10	5,33	1,03	10,35	10,36	7457,33	7460,23	335606,50	298419,41	37187,09	124587,46
10,2	5,33	1,03	10,35	10,36	7457,33	7460,23	343063,83	305879,64	37184,19	124584,56
10,4	5,33	1,03	10,35	10,36	7457,33	7460,23	350521,16	313339,86	37181,30	124581,66
10,6	5,33	1,03	10,35	10,36	7457,33	7460,23	357978,49	320800,09	37178,40	124578,77
10,8	5,33	1,03	0,00	10,36	5,33	7460,23	357983,82	328260,32	29723,50	117123,87
11	5,33	1,03	0,00	10,36	5,33	7460,23	357989,15	335720,55	22268,60	109668,97
11,2	5,33	1,03	0,00	10,36	5,33	7460,23	357994,48	343180,78	14813,70	102214,07
11,4	5,33	1,03	0,00	10,36	5,33	7460,23	357999,81	350641,01	7358,80	94759,17
11,6	5,33	1,03	0,00	10,36	5,33	7460,23	358005,14	358101,23	-96,09	87304,28
11,8	5,33	1,03	10,35	0,00	7457,33	1,03	365462,47	358102,26	7360,21	94760,58
12	5,33	1,03	10,35	0,00	7457,33	1,03	372919,80	358103,29	14816,51	102216,88
12,2	5,33	1,03	10,35	0,00	7457,33	1,03	380377,13	358104,32	22272,81	109673,18
12,4	5,33	1,03	10,35	0,00	7457,33	1,03	387834,46	358105,35	29729,11	117129,48
12,6	5,33	1,03	10,35	0,00	7457,33	1,03	395291,79	358106,37	37185,42	124585,78
12,8	5,33	1,03	10,35	10,36	7457,33	7460,23	402749,12	365566,60	37182,52	124582,89
13	5,33	1,03	10,35	10,36	7457,33	7460,23	410206,45	373026,83	37179,62	124579,99
13,2	5,33	1,03	10,35	10,36	7457,33	7460,23	417663,78	380487,06	37176,72	124577,09

Tabel 9. Perhitungan Mass Curve KTH Mendalan Harian pada Bulan Oktober (Lanjutan)

Jam Ke	Presipitasi Rata-rata (Inflow)	Evaporasi (Outflow)	Q.in	Q.out	Vol. Inflow	V.Outflow	V.In. Kum.	V.Out. Kum.	V. In. Kum - V. Out. Kum	Volume Akhir
	m ³	m ³	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
13,4	5,33	1,03	10,35	10,36	7457,33	7460,23	425121,11	387947,29	37173,82	124574,19
13,6	5,33	1,03	10,35	10,36	7457,33	7460,23	432578,44	395407,52	37170,92	124571,29
13,8	5,33	1,03	10,35	10,36	7457,33	7460,23	440035,77	402867,74	37168,03	124568,40
14	5,33	1,03	10,35	10,36	7457,33	7460,23	447493,10	410327,97	37165,13	124565,50
14,2	5,33	1,03	10,35	10,36	7457,33	7460,23	454950,43	417788,20	37162,23	124562,60
14,4	5,33	1,03	10,35	10,36	7457,33	7460,23	462407,76	425248,43	37159,33	124559,70
14,6	5,33	1,03	10,35	10,36	7457,33	7460,23	469865,09	432708,66	37156,43	124556,80
14,8	5,33	1,03	10,35	10,36	7457,33	7460,23	477322,42	440168,88	37153,54	124553,91
15	5,33	1,03	10,35	10,36	7457,33	7460,23	484779,75	447629,11	37150,64	124551,01
15,2	5,33	1,03	10,35	10,36	7457,33	7460,23	492237,08	455089,34	37147,74	124548,11
15,4	5,33	1,03	10,35	10,36	7457,33	7460,23	499694,41	462549,57	37144,84	124545,21
15,6	5,33	1,03	10,35	10,36	7457,33	7460,23	507151,74	470009,80	37141,94	124542,31
15,8	5,33	1,03	10,35	10,36	7457,33	7460,23	514609,07	477470,03	37139,04	124539,41
16	5,33	1,03	10,35	10,36	7457,33	7460,23	522066,40	484930,25	37136,15	124536,52
16,2	5,33	1,03	10,35	10,36	7457,33	7460,23	529523,73	492390,48	37133,25	124533,62
16,4	5,33	1,03	10,35	10,36	7457,33	7460,23	536981,06	499850,71	37130,35	124530,72
16,6	5,33	1,03	0,00	10,36	5,33	7460,23	536986,39	507310,94	29675,45	117075,82
16,8	5,33	1,03	0,00	10,36	5,33	7460,23	536991,72	514771,17	22220,55	109620,92
17	5,33	1,03	0,00	10,36	5,33	7460,23	536997,05	522231,39	14765,66	102166,03
17,2	5,33	1,03	0,00	10,36	5,33	7460,23	537002,38	529691,62	7310,76	94711,13
17,4	5,33	1,03	0,00	10,36	5,33	7460,23	537007,71	537151,85	-144,14	87256,23
17,6	5,33	1,03	10,35	0,00	7457,33	1,03	544465,04	537152,88	7312,16	94712,53
17,8	5,33	1,03	10,35	0,00	7457,33	1,03	551922,37	537153,91	14768,46	102168,83
18	5,33	1,03	10,35	0,00	7457,33	1,03	559379,70	537154,94	22224,76	109625,13
18,2	5,33	1,03	10,35	0,00	7457,33	1,03	566837,03	537155,96	29681,07	117081,44
18,4	5,33	1,03	10,35	0,00	7457,33	1,03	574294,36	537156,99	37137,37	124537,74
18,6	5,33	1,03	10,35	10,36	7457,33	7460,23	581751,69	544617,22	37134,47	124534,84
18,8	5,33	1,03	10,35	10,36	7457,33	7460,23	589209,02	552077,45	37131,57	124531,94
19	5,33	1,03	10,35	10,36	7457,33	7460,23	596666,35	559537,68	37128,67	124529,04
19,2	5,33	1,03	10,35	10,36	7457,33	7460,23	604123,68	566997,90	37125,78	124526,15
19,4	5,33	1,03	10,35	10,36	7457,33	7460,23	611581,01	574458,13	37122,88	124523,25
19,6	5,33	1,03	10,35	10,36	7457,33	7460,23	619038,34	581918,36	37119,98	124520,35
19,8	5,33	1,03	10,35	10,36	7457,33	7460,23	626495,67	589378,59	37117,08	124517,45
20	5,33	1,03	10,35	10,36	7457,33	7460,23	633953,00	596838,82	37114,18	124514,55
20,2	5,33	1,03	10,35	10,36	7457,33	7460,23	641410,33	604299,04	37111,29	124511,65

Tabel 9. Perhitungan Mass Curve KTH Mendalan Harian pada Bulan Oktober (Lanjutan)

Jam Ke	Presipitasi Rata-rata (Inflow)	Evaporasi (Outflow)	Q.in	Q.out	Vol. Inflow	V.Outflow	V.In. Kum.	V.Out. Kum.	V. In. Kum - V. Out. Kum	Volume Akhir
	m ³	m ³	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
20,4	5,33	1,03	10,35	10,36	7457,33	7460,23	648867,66	611759,27	37108,39	124508,76
20,6	5,33	1,03	10,35	10,36	7457,33	7460,23	656324,99	619219,50	37105,49	124505,86
20,8	5,33	1,03	10,35	10,36	7457,33	7460,23	663782,32	626679,73	37102,59	124502,96
21	5,33	1,03	10,35	10,36	7457,33	7460,23	671239,65	634139,96	37099,69	124500,06
21,2	5,33	1,03	10,35	10,36	7457,33	7460,23	678696,98	641600,19	37096,79	124497,16
21,4	5,33	1,03	10,35	10,36	7457,33	7460,23	686154,31	649060,41	37093,90	124494,27
21,6	5,33	1,03	10,35	10,36	7457,33	7460,23	693611,64	656520,64	37091,00	124491,37
21,8	5,33	1,03	10,35	10,36	7457,33	7460,23	701068,97	663980,87	37088,10	124488,47
22	5,33	1,03	10,35	10,36	7457,33	7460,23	708526,30	671441,10	37085,20	124485,57
22,2	5,33	1,03	10,35	10,36	7457,33	7460,23	715983,63	678901,33	37082,30	124482,67
22,4	5,33	1,03	0,00	10,36	5,33	7460,23	715988,96	686361,55	29627,41	117027,77
22,6	5,33	1,03	0,00	10,36	5,33	7460,23	715994,29	693821,78	22172,51	109572,88
22,8	5,33	1,03	0,00	10,36	5,33	7460,23	715999,62	701282,01	14717,61	102117,98
23	5,33	1,03	0,00	10,36	5,33	7460,23	716004,95	708742,24	7262,71	94663,08
23,2	5,33	1,03	0,00	10,36	5,33	7460,23	716010,28	716202,47	-192,19	87208,18
23,4	5,33	1,03	0,00	0,00	5,33	1,03	716015,61	716203,50	-187,89	87212,48
23,6	5,33	1,03	0,00	0,00	5,33	1,03	716020,94	716204,52	-183,58	87216,79
23,8	5,33	1,03	0,00	0,00	5,33	1,03	716026,27	716205,55	-179,28	87221,09
24	5,33	1,03	0,00	0,00	5,33	1,03	716031,60	716206,58	-174,98	87225,39

Tabel 10. Perhitungan Mass Curve KTH Mendalan Harian pada Bulan November

Jam Ke	Presipitasi Rata-rata (Inflow)	Evaporasi (Outflow)	Q.in	Q.out	Vol. Inflow	V.Outflow	V.In. Kum.	V.Out. Kum.	V. In. Kum - V. Out. Kum	Volume Akhir
	m ³	m ³	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	87225,39
0,2	11,78	0,89	10,69	0,00	7708,58	0,89	7708,58	0,89	7707,69	94933,08
0,4	11,78	0,89	10,69	0,00	7708,58	0,89	15417,16	1,78	15415,38	102640,77
0,6	11,78	0,89	10,69	0,00	7708,58	0,89	23125,74	2,67	23123,07	110348,46
0,8	11,78	0,89	10,69	0,00	7708,58	0,89	30834,32	3,57	30830,75	118056,14
1	11,78	0,89	10,69	0,00	7708,58	0,89	38542,90	4,46	38538,44	125763,83
1,2	11,78	0,89	10,69	10,71	7708,58	7712,09	46251,48	7716,55	38534,93	125760,32
1,4	11,78	0,89	10,69	10,71	7708,58	7712,09	53960,06	15428,64	38531,42	125756,81
1,6	11,78	0,89	10,69	10,71	7708,58	7712,09	61668,64	23140,73	38527,91	125753,30
1,8	11,78	0,89	10,69	10,71	7708,58	7712,09	69377,22	30852,82	38524,40	125749,79
2	11,78	0,89	10,69	10,71	7708,58	7712,09	77085,80	38564,91	38520,89	125746,28
2,2	11,78	0,89	10,69	10,71	7708,58	7712,09	84794,38	46277,01	38517,37	125742,76
2,4	11,78	0,89	10,69	10,71	7708,58	7712,09	92502,96	53989,10	38513,86	125739,25
2,6	11,78	0,89	10,69	10,71	7708,58	7712,09	100211,54	61701,19	38510,35	125735,74
2,8	11,78	0,89	10,69	10,71	7708,58	7712,09	107920,12	69413,28	38506,84	125732,23
3	11,78	0,89	10,69	10,71	7708,58	7712,09	115628,70	77125,37	38503,33	125728,72
3,2	11,78	0,89	10,69	10,71	7708,58	7712,09	123337,28	84837,46	38499,82	125725,21
3,4	11,78	0,89	10,69	10,71	7708,58	7712,09	131045,86	92549,55	38496,31	125721,70
3,6	11,78	0,89	10,69	10,71	7708,58	7712,09	138754,44	100261,65	38492,79	125718,18
3,8	11,78	0,89	10,69	10,71	7708,58	7712,09	146463,02	107973,74	38489,28	125714,67
4	11,78	0,89	10,69	10,71	7708,58	7712,09	154171,60	115685,83	38485,77	125711,16
4,2	11,78	0,89	10,69	10,71	7708,58	7712,09	161880,18	123397,92	38482,26	125707,65
4,4	11,78	0,89	10,69	10,71	7708,58	7712,09	169588,76	131110,01	38478,75	125704,14
4,6	11,78	0,89	10,69	10,71	7708,58	7712,09	177297,34	138822,10	38475,24	125700,63
4,8	11,78	0,89	10,69	10,71	7708,58	7712,09	185005,92	146534,19	38471,73	125697,12
5	11,78	0,89	0,00	10,71	11,78	7712,09	185017,70	154246,29	30771,41	117996,80
5,2	11,78	0,89	0,00	10,71	11,78	7712,09	185029,48	161958,38	23071,10	110296,49
5,4	11,78	0,89	0,00	10,71	11,78	7712,09	185041,26	169670,47	15370,79	102596,18
5,6	11,78	0,89	0,00	10,71	11,78	7712,09	185053,04	177382,56	7670,48	94895,87
5,8	11,78	0,89	0,00	10,71	11,78	7712,09	185064,82	185094,65	-29,83	87195,56
6	11,78	0,89	10,69	0,00	7708,58	0,89	192773,40	185095,54	7677,86	94903,25
6,2	11,78	0,89	10,69	0,00	7708,58	0,89	200481,98	185096,43	15385,55	102610,94
6,4	11,78	0,89	10,69	0,00	7708,58	0,89	208190,56	185097,33	23093,23	110318,62

Tabel 10. Perhitungan Mass Curve KTH Mendalan Harian pada Bulan November (Lanjutan)

Jam Ke	Presipitasi Rata-rata (Inflow)	Evaporasi (Outflow)	Q.in	Q.out	Vol. Inflow	V.Outflow	V.In. Kum.	V.Out. Kum.	V. In. Kum - V. Out. Kum	Volume Akhir
	m ³	m ³	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
6,6	11,78	0,89	10,69	0,00	7708,58	0,89	215899,14	185098,22	30800,92	118026,31
6,8	11,78	0,89	10,69	0,00	7708,58	0,89	223607,72	185099,11	38508,61	125734,00
7	11,78	0,89	10,69	10,71	7708,58	7712,09	231316,30	192811,20	38505,10	125730,49
7,2	11,78	0,89	10,69	10,71	7708,58	7712,09	239024,88	200523,29	38501,59	125726,98
7,4	11,78	0,89	10,69	10,71	7708,58	7712,09	246733,46	208235,38	38498,08	125723,47
7,6	11,78	0,89	10,69	10,71	7708,58	7712,09	254442,04	215947,47	38494,57	125719,96
7,8	11,78	0,89	10,69	10,71	7708,58	7712,09	262150,62	223659,57	38491,05	125716,44
8	11,78	0,89	10,69	10,71	7708,58	7712,09	269859,20	231371,66	38487,54	125712,93
8,2	11,78	0,89	10,69	10,71	7708,58	7712,09	277567,78	239083,75	38484,03	125709,42
8,4	11,78	0,89	10,69	10,71	7708,58	7712,09	285276,36	246795,84	38480,52	125705,91
8,6	11,78	0,89	10,69	10,71	7708,58	7712,09	292984,94	254507,93	38477,01	125702,40
8,8	11,78	0,89	10,69	10,71	7708,58	7712,09	300693,52	262220,02	38473,50	125698,89
9	11,78	0,89	10,69	10,71	7708,58	7712,09	308402,10	269932,11	38469,99	125695,38
9,2	11,78	0,89	10,69	10,71	7708,58	7712,09	316110,68	277644,21	38466,47	125691,86
9,4	11,78	0,89	10,69	10,71	7708,58	7712,09	323819,26	285356,30	38462,96	125688,35
9,6	11,78	0,89	10,69	10,71	7708,58	7712,09	331527,84	293068,39	38459,45	125684,84
9,8	11,78	0,89	10,69	10,71	7708,58	7712,09	339236,42	300780,48	38455,94	125681,33
10	11,78	0,89	10,69	10,71	7708,58	7712,09	346945,00	308492,57	38452,43	125677,82
10,2	11,78	0,89	10,69	10,71	7708,58	7712,09	354653,58	316204,66	38448,92	125674,31
10,4	11,78	0,89	10,69	10,71	7708,58	7712,09	362362,16	323916,75	38445,41	125670,80
10,6	11,78	0,89	10,69	10,71	7708,58	7712,09	370070,74	331628,85	38441,89	125667,28
10,8	11,78	0,89	0,00	10,71	11,78	7712,09	370082,52	339340,94	30741,58	117966,97
11	11,78	0,89	0,00	10,71	11,78	7712,09	370094,30	347053,03	23041,27	110266,66
11,2	11,78	0,89	0,00	10,71	11,78	7712,09	370106,08	354765,12	15340,96	102566,35
11,4	11,78	0,89	0,00	10,71	11,78	7712,09	370117,86	362477,21	7640,65	94866,04
11,6	11,78	0,89	0,00	10,71	11,78	7712,09	370129,64	370189,30	-59,66	87165,73
11,8	11,78	0,89	10,69	0,00	7708,58	0,89	377838,22	370190,19	7648,03	94873,42
12	11,78	0,89	10,69	0,00	7708,58	0,89	385546,80	370191,09	15355,72	102581,10
12,2	11,78	0,89	10,69	0,00	7708,58	0,89	393255,38	370191,98	23063,40	110288,79
12,4	11,78	0,89	10,69	0,00	7708,58	0,89	400963,96	370192,87	30771,09	117996,48
12,6	11,78	0,89	10,69	0,00	7708,58	0,89	408672,54	370193,76	38478,78	125704,17
12,8	11,78	0,89	10,69	10,71	7708,58	7712,09	416381,12	377905,85	38475,27	125700,66
13	11,78	0,89	10,69	10,71	7708,58	7712,09	424089,70	385617,94	38471,76	125697,15
13,2	11,78	0,89	10,69	10,71	7708,58	7712,09	431798,28	393330,03	38468,25	125693,64

Tabel 10. Perhitungan Mass Curve KTH Mendalan Harian pada Bulan November (Lanjutan)

Jam Ke	Presipitasi Rata-rata (Inflow)	Evaporasi (Outflow)	Q.in	Q.out	Vol. Inflow	V.Outflow	V.In. Kum.	V.Out. Kum.	V. In. Kum - V. Out. Kum	Volume Akhir
	m ³	m ³	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
13,4	11,78	0,89	10,69	10,71	7708,58	7712,09	439506,86	401042,12	38464,74	125690,12
13,6	11,78	0,89	10,69	10,71	7708,58	7712,09	447215,44	408754,22	38461,22	125686,61
13,8	11,78	0,89	10,69	10,71	7708,58	7712,09	454924,02	416466,31	38457,71	125683,10
14	11,78	0,89	10,69	10,71	7708,58	7712,09	462632,60	424178,40	38454,20	125679,59
14,2	11,78	0,89	10,69	10,71	7708,58	7712,09	470341,18	431890,49	38450,69	125676,08
14,4	11,78	0,89	10,69	10,71	7708,58	7712,09	478049,76	439602,58	38447,18	125672,57
14,6	11,78	0,89	10,69	10,71	7708,58	7712,09	485758,34	447314,67	38443,67	125669,06
14,8	11,78	0,89	10,69	10,71	7708,58	7712,09	493466,92	455026,76	38440,16	125665,54
15	11,78	0,89	10,69	10,71	7708,58	7712,09	501175,50	462738,86	38436,64	125662,03
15,2	11,78	0,89	10,69	10,71	7708,58	7712,09	508884,08	470450,95	38433,13	125658,52
15,4	11,78	0,89	10,69	10,71	7708,58	7712,09	516592,66	478163,04	38429,62	125655,01
15,6	11,78	0,89	10,69	10,71	7708,58	7712,09	524301,24	485875,13	38426,11	125651,50
15,8	11,78	0,89	10,69	10,71	7708,58	7712,09	532009,82	493587,22	38422,60	125647,99
16	11,78	0,89	10,69	10,71	7708,58	7712,09	539718,40	501299,31	38419,09	125644,48
16,2	11,78	0,89	10,69	10,71	7708,58	7712,09	547426,98	509011,40	38415,58	125640,96
16,4	11,78	0,89	10,69	10,71	7708,58	7712,09	555135,56	516723,50	38412,06	125637,45
16,6	11,78	0,89	0,00	10,71	11,78	7712,09	555147,34	524435,59	30711,75	117937,14
16,8	11,78	0,89	0,00	10,71	11,78	7712,09	555159,12	532147,68	23011,44	110236,83
17	11,78	0,89	0,00	10,71	11,78	7712,09	555170,90	539859,77	15311,13	102536,52
17,2	11,78	0,89	0,00	10,71	11,78	7712,09	555182,68	547571,86	7610,82	94836,21
17,4	11,78	0,89	0,00	10,71	11,78	7712,09	555194,46	555283,95	-89,49	87135,90
17,6	11,78	0,89	10,69	0,00	7708,58	0,89	562903,04	555284,84	7618,20	94843,58
17,8	11,78	0,89	10,69	0,00	7708,58	0,89	570611,62	555285,74	15325,88	102551,27
18	11,78	0,89	10,69	0,00	7708,58	0,89	578320,20	555286,63	23033,57	110258,96
18,2	11,78	0,89	10,69	0,00	7708,58	0,89	586028,78	555287,52	30741,26	117966,65
18,4	11,78	0,89	10,69	0,00	7708,58	0,89	593737,36	555288,41	38448,95	125674,34
18,6	11,78	0,89	10,69	10,71	7708,58	7712,09	601445,94	563000,50	38445,44	125670,83
18,8	11,78	0,89	10,69	10,71	7708,58	7712,09	609154,52	570712,59	38441,93	125667,32
19	11,78	0,89	10,69	10,71	7708,58	7712,09	616863,10	578424,68	38438,42	125663,80
19,2	11,78	0,89	10,69	10,71	7708,58	7712,09	624571,68	586136,78	38434,90	125660,29
19,4	11,78	0,89	10,69	10,71	7708,58	7712,09	632280,26	593848,87	38431,39	125656,78
19,6	11,78	0,89	10,69	10,71	7708,58	7712,09	639988,84	601560,96	38427,88	125653,27
19,8	11,78	0,89	10,69	10,71	7708,58	7712,09	647697,42	609273,05	38424,37	125649,76
20	11,78	0,89	10,69	10,71	7708,58	7712,09	655406,00	616985,14	38420,86	125646,25
20,2	11,78	0,89	10,69	10,71	7708,58	7712,09	663114,58	624697,23	38417,35	125642,74

Tabel 10. Perhitungan Mass Curve KTH Mendalan Harian pada Bulan November (Lanjutan)

Jam Ke	Presipitasi Rata-rata (Inflow)	Evaporasi (Outflow)	Q.in	Q.out	Vol. Inflow	V.Outflow	V.In. Kum.	V.Out. Kum.	V. In. Kum - V. Out. Kum	Volume Akhir
	m ³	m ³	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
20,4	11,78	0,89	10,69	10,71	7708,58	7712,09	670823,16	632409,32	38413,84	125639,22
20,6	11,78	0,89	10,69	10,71	7708,58	7712,09	678531,74	640121,42	38410,32	125635,71
20,8	11,78	0,89	10,69	10,71	7708,58	7712,09	686240,32	647833,51	38406,81	125632,20
21	11,78	0,89	10,69	10,71	7708,58	7712,09	693948,90	655545,60	38403,30	125628,69
21,2	11,78	0,89	10,69	10,71	7708,58	7712,09	701657,48	663257,69	38399,79	125625,18
21,4	11,78	0,89	10,69	10,71	7708,58	7712,09	709366,06	670969,78	38396,28	125621,67
21,6	11,78	0,89	10,69	10,71	7708,58	7712,09	717074,64	678681,87	38392,77	125618,16
21,8	11,78	0,89	10,69	10,71	7708,58	7712,09	724783,22	686393,96	38389,26	125614,64
22	11,78	0,89	10,69	10,71	7708,58	7712,09	732491,80	694106,06	38385,74	125611,13
22,2	11,78	0,89	10,69	10,71	7708,58	7712,09	740200,38	701818,15	38382,23	125607,62
22,4	11,78	0,89	0,00	10,71	11,78	7712,09	740212,16	709530,24	30681,92	117907,31
22,6	11,78	0,89	0,00	10,71	11,78	7712,09	740223,94	717242,33	22981,61	110207,00
22,8	11,78	0,89	0,00	10,71	11,78	7712,09	740235,72	724954,42	15281,30	102506,69
23	11,78	0,89	0,00	10,71	11,78	7712,09	740247,50	732666,51	7580,99	94806,38
23,2	11,78	0,89	0,00	10,71	11,78	7712,09	740259,28	740378,60	-119,32	87106,07
23,4	11,78	0,89	0,00	0,00	11,78	0,89	740271,06	740379,50	-108,44	87116,95
23,6	11,78	0,89	0,00	0,00	11,78	0,89	740282,84	740380,39	-97,55	87127,84
23,8	11,78	0,89	0,00	0,00	11,78	0,89	740294,62	740381,28	-86,66	87138,73
24	11,78	0,89	0,00	0,00	11,78	0,89	740306,40	740382,17	-75,77	87149,62

Tabel 11. Perhitungan Mass Curve KTH Mendalan Harian pada Bulan Desember

Jam Ke	Presipitasi Rata-rata (Inflow)	Evaporasi (Outflow)	Q.in	Q.out	Vol. Inflow	V.Outflow	V.In. Kum.	V.Out. Kum.	V. In. Kum - V. Out. Kum	Volume Akhir
	m ³	m ³	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	87149,62
0,2	11,92	0,71	10,35	0,00	7463,92	0,71	7463,92	0,71	7463,21	94612,83
0,4	11,92	0,71	10,35	0,00	7463,92	0,71	14927,84	1,42	14926,42	102076,04
0,6	11,92	0,71	10,35	0,00	7463,92	0,71	22391,76	2,13	22389,63	109539,25
0,8	11,92	0,71	10,35	0,00	7463,92	0,71	29855,68	2,84	29852,84	117002,46
1	11,92	0,71	10,35	0,00	7463,92	0,71	37319,60	3,55	37316,05	124465,67
1,2	11,92	0,71	10,35	10,37	7463,92	7467,11	44783,52	7470,65	37312,87	124462,48
1,4	11,92	0,71	10,35	10,37	7463,92	7467,11	52247,44	14937,76	37309,68	124459,30
1,6	11,92	0,71	10,35	10,37	7463,92	7467,11	59711,36	22404,87	37306,49	124456,11
1,8	11,92	0,71	10,35	10,37	7463,92	7467,11	67175,28	29871,98	37303,30	124452,92
2	11,92	0,71	10,35	10,37	7463,92	7467,11	74639,20	37339,09	37300,11	124449,73
2,2	11,92	0,71	10,35	10,37	7463,92	7467,11	82103,12	44806,20	37296,92	124446,54
2,4	11,92	0,71	10,35	10,37	7463,92	7467,11	89567,04	52273,31	37293,73	124443,35
2,6	11,92	0,71	10,35	10,37	7463,92	7467,11	97030,96	59740,42	37290,54	124440,16
2,8	11,92	0,71	10,35	10,37	7463,92	7467,11	104494,88	67207,53	37287,35	124436,97
3	11,92	0,71	10,35	10,37	7463,92	7467,11	111958,80	74674,64	37284,16	124433,78
3,2	11,92	0,71	10,35	10,37	7463,92	7467,11	119422,72	82141,75	37280,97	124430,59
3,4	11,92	0,71	10,35	10,37	7463,92	7467,11	126886,64	89608,85	37277,79	124427,40
3,6	11,92	0,71	10,35	10,37	7463,92	7467,11	134350,56	97075,96	37274,60	124424,22
3,8	11,92	0,71	10,35	10,37	7463,92	7467,11	141814,48	104543,07	37271,41	124421,03
4	11,92	0,71	10,35	10,37	7463,92	7467,11	149278,40	112010,18	37268,22	124417,84
4,2	11,92	0,71	10,35	10,37	7463,92	7467,11	156742,32	119477,29	37265,03	124414,65
4,4	11,92	0,71	10,35	10,37	7463,92	7467,11	164206,24	126944,40	37261,84	124411,46
4,6	11,92	0,71	10,35	10,37	7463,92	7467,11	171670,16	134411,51	37258,65	124408,27
4,8	11,92	0,71	10,35	10,37	7463,92	7467,11	179134,08	141878,62	37255,46	124405,08
5	11,92	0,71	0,00	10,37	11,92	7467,11	179146,00	149345,73	29800,27	116949,89
5,2	11,92	0,71	0,00	10,37	11,92	7467,11	179157,92	156812,84	22345,08	109494,70
5,4	11,92	0,71	0,00	10,37	11,92	7467,11	179169,84	164279,95	14889,89	102039,51
5,6	11,92	0,71	0,00	10,37	11,92	7467,11	179181,76	171747,05	7434,71	94584,33
5,8	11,92	0,71	0,00	10,37	11,92	7467,11	179193,68	179214,16	-20,48	87129,14
6	11,92	0,71	10,35	0,00	7463,92	0,71	186657,60	179214,87	7442,73	94592,35
6,2	11,92	0,71	10,35	0,00	7463,92	0,71	194121,52	179215,58	14905,94	102055,56
6,4	11,92	0,71	10,35	0,00	7463,92	0,71	201585,44	179216,29	22369,15	109518,77

Tabel 11. Perhitungan Mass Curve KTH Mendalan Harian pada Bulan Desember (Lanjutan)

Jam Ke	Presipitasi Rata-rata (Inflow)	Evaporasi (Outflow)	Q.in	Q.out	Vol. Inflow	V.Outflow	V.In. Kum.	V.Out. Kum.	V. In. Kum - V. Out. Kum	Volume Akhir
	m ³	m ³	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
6,6	11,92	0,71	10,35	0,00	7463,92	0,71	209049,36	179217,00	29832,36	116981,98
6,8	11,92	0,71	10,35	0,00	7463,92	0,71	216513,28	179217,71	37295,57	124445,19
7	11,92	0,71	10,35	10,37	7463,92	7467,11	223977,20	186684,82	37292,38	124442,00
7,2	11,92	0,71	10,35	10,37	7463,92	7467,11	231441,12	194151,93	37289,19	124438,81
7,4	11,92	0,71	10,35	10,37	7463,92	7467,11	238905,04	201619,04	37286,00	124435,62
7,6	11,92	0,71	10,35	10,37	7463,92	7467,11	246368,96	209086,15	37282,81	124432,43
7,8	11,92	0,71	10,35	10,37	7463,92	7467,11	253832,88	216553,25	37279,63	124429,25
8	11,92	0,71	10,35	10,37	7463,92	7467,11	261296,80	224020,36	37276,44	124426,06
8,2	11,92	0,71	10,35	10,37	7463,92	7467,11	268760,72	231487,47	37273,25	124422,87
8,4	11,92	0,71	10,35	10,37	7463,92	7467,11	276224,64	238954,58	37270,06	124419,68
8,6	11,92	0,71	10,35	10,37	7463,92	7467,11	283688,56	246421,69	37266,87	124416,49
8,8	11,92	0,71	10,35	10,37	7463,92	7467,11	291152,48	253888,80	37263,68	124413,30
9	11,92	0,71	10,35	10,37	7463,92	7467,11	298616,40	261355,91	37260,49	124410,11
9,2	11,92	0,71	10,35	10,37	7463,92	7467,11	306080,32	268823,02	37257,30	124406,92
9,4	11,92	0,71	10,35	10,37	7463,92	7467,11	313544,24	276290,13	37254,11	124403,73
9,6	11,92	0,71	10,35	10,37	7463,92	7467,11	321008,16	283757,24	37250,92	124400,54
9,8	11,92	0,71	10,35	10,37	7463,92	7467,11	328472,08	291224,35	37247,73	124397,35
10	11,92	0,71	10,35	10,37	7463,92	7467,11	335936,00	298691,45	37244,55	124394,17
10,2	11,92	0,71	10,35	10,37	7463,92	7467,11	343399,92	306158,56	37241,36	124390,98
10,4	11,92	0,71	10,35	10,37	7463,92	7467,11	350863,84	313625,67	37238,17	124387,79
10,6	11,92	0,71	10,35	10,37	7463,92	7467,11	358327,76	321092,78	37234,98	124384,60
10,8	11,92	0,71	0,00	10,37	11,92	7467,11	358339,68	328559,89	29779,79	116929,41
11	11,92	0,71	0,00	10,37	11,92	7467,11	358351,60	336027,00	22324,60	109474,22
11,2	11,92	0,71	0,00	10,37	11,92	7467,11	358363,52	343494,11	14869,41	102019,03
11,4	11,92	0,71	0,00	10,37	11,92	7467,11	358375,44	350961,22	7414,22	94563,84
11,6	11,92	0,71	0,00	10,37	11,92	7467,11	358387,36	358428,33	-40,97	87108,65
11,8	11,92	0,71	10,35	0,00	7463,92	0,71	365851,28	358429,04	7422,24	94571,86
12	11,92	0,71	10,35	0,00	7463,92	0,71	373315,20	358429,75	14885,46	102035,07
12,2	11,92	0,71	10,35	0,00	7463,92	0,71	380779,12	358430,45	22348,67	109498,29
12,4	11,92	0,71	10,35	0,00	7463,92	0,71	388243,04	358431,16	29811,88	116961,50
12,6	11,92	0,71	10,35	0,00	7463,92	0,71	395706,96	358431,87	37275,09	124424,71
12,8	11,92	0,71	10,35	10,37	7463,92	7467,11	403170,88	365898,98	37271,90	124421,52
13	11,92	0,71	10,35	10,37	7463,92	7467,11	410634,80	373366,09	37268,71	124418,33
13,2	11,92	0,71	10,35	10,37	7463,92	7467,11	418098,72	380833,20	37265,52	124415,14

Tabel 11. Perhitungan Mass Curve KTH Mendalan Harian pada Bulan Desember (Lanjutan)

Jam Ke	Presipitasi Rata-rata (Inflow)	Evaporasi (Outflow)	Q.in	Q.out	Vol. Inflow	V.Outflow	V.In. Kum.	V.Out. Kum.	V. In. Kum - V. Out. Kum	Volume Akhir
	m ³	m ³	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
13,4	11,92	0,71	10,35	10,37	7463,92	7467,11	425562,64	388300,31	37262,33	124411,95
13,6	11,92	0,71	10,35	10,37	7463,92	7467,11	433026,56	395767,42	37259,14	124408,76
13,8	11,92	0,71	10,35	10,37	7463,92	7467,11	440490,48	403234,53	37255,95	124405,57
14	11,92	0,71	10,35	10,37	7463,92	7467,11	447954,40	410701,64	37252,76	124402,38
14,2	11,92	0,71	10,35	10,37	7463,92	7467,11	455418,32	418168,74	37249,58	124399,19
14,4	11,92	0,71	10,35	10,37	7463,92	7467,11	462882,24	425635,85	37246,39	124396,01
14,6	11,92	0,71	10,35	10,37	7463,92	7467,11	470346,16	433102,96	37243,20	124392,82
14,8	11,92	0,71	10,35	10,37	7463,92	7467,11	477810,08	440570,07	37240,01	124389,63
15	11,92	0,71	10,35	10,37	7463,92	7467,11	485274,00	448037,18	37236,82	124386,44
15,2	11,92	0,71	10,35	10,37	7463,92	7467,11	492737,92	455504,29	37233,63	124383,25
15,4	11,92	0,71	10,35	10,37	7463,92	7467,11	500201,84	462971,40	37230,44	124380,06
15,6	11,92	0,71	10,35	10,37	7463,92	7467,11	507665,76	470438,51	37227,25	124376,87
15,8	11,92	0,71	10,35	10,37	7463,92	7467,11	515129,68	477905,62	37224,06	124373,68
16	11,92	0,71	10,35	10,37	7463,92	7467,11	522593,60	485372,73	37220,87	124370,49
16,2	11,92	0,71	10,35	10,37	7463,92	7467,11	530057,52	492839,84	37217,68	124367,30
16,4	11,92	0,71	10,35	10,37	7463,92	7467,11	537521,44	500306,94	37214,50	124364,11
16,6	11,92	0,71	0,00	10,37	11,92	7467,11	537533,36	507774,05	29759,31	116908,93
16,8	11,92	0,71	0,00	10,37	11,92	7467,11	537545,28	515241,16	22304,12	109453,74
17	11,92	0,71	0,00	10,37	11,92	7467,11	537557,20	522708,27	14848,93	101998,55
17,2	11,92	0,71	0,00	10,37	11,92	7467,11	537569,12	530175,38	7393,74	94543,36
17,4	11,92	0,71	0,00	10,37	11,92	7467,11	537581,04	537642,49	-61,45	87088,17
17,6	11,92	0,71	10,35	0,00	7463,92	0,71	545044,96	537643,20	7401,76	94551,38
17,8	11,92	0,71	10,35	0,00	7463,92	0,71	552508,88	537643,91	14864,97	102014,59
18	11,92	0,71	10,35	0,00	7463,92	0,71	559972,80	537644,62	22328,18	109477,80
18,2	11,92	0,71	10,35	0,00	7463,92	0,71	567436,72	537645,33	29791,39	116941,01
18,4	11,92	0,71	10,35	0,00	7463,92	0,71	574900,64	537646,04	37254,60	124404,22
18,6	11,92	0,71	10,35	10,37	7463,92	7467,11	582364,56	545113,14	37251,42	124401,03
18,8	11,92	0,71	10,35	10,37	7463,92	7467,11	589828,48	552580,25	37248,23	124397,85
19	11,92	0,71	10,35	10,37	7463,92	7467,11	597292,40	560047,36	37245,04	124394,66
19,2	11,92	0,71	10,35	10,37	7463,92	7467,11	604756,32	567514,47	37241,85	124391,47
19,4	11,92	0,71	10,35	10,37	7463,92	7467,11	612220,24	574981,58	37238,66	124388,28
19,6	11,92	0,71	10,35	10,37	7463,92	7467,11	619684,16	582448,69	37235,47	124385,09
19,8	11,92	0,71	10,35	10,37	7463,92	7467,11	627148,08	589915,80	37232,28	124381,90
20	11,92	0,71	10,35	10,37	7463,92	7467,11	634612,00	597382,91	37229,09	124378,71
20,2	11,92	0,71	10,35	10,37	7463,92	7467,11	642075,92	604850,02	37225,90	124375,52

Tabel 11. Perhitungan Mass Curve KTH Mendalan Harian pada Bulan Desember (Lanjutan)

Jam Ke	Presipitasi Rata-rata (Inflow)	Evaporasi (Outflow)	Q.in	Q.out	Vol. Inflow	V.Outflow	V.In. Kum.	V.Out. Kum.	V. In. Kum - V. Out. Kum	Volume Akhir
	m ³	m ³	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
20,4	11,92	0,71	10,35	10,37	7463,92	7467,11	649539,84	612317,13	37222,71	124372,33
20,6	11,92	0,71	10,35	10,37	7463,92	7467,11	657003,76	619784,24	37219,52	124369,14
20,8	11,92	0,71	10,35	10,37	7463,92	7467,11	664467,68	627251,34	37216,34	124365,95
21	11,92	0,71	10,35	10,37	7463,92	7467,11	671931,60	634718,45	37213,15	124362,77
21,2	11,92	0,71	10,35	10,37	7463,92	7467,11	679395,52	642185,56	37209,96	124359,58
21,4	11,92	0,71	10,35	10,37	7463,92	7467,11	686859,44	649652,67	37206,77	124356,39
21,6	11,92	0,71	10,35	10,37	7463,92	7467,11	694323,36	657119,78	37203,58	124353,20
21,8	11,92	0,71	10,35	10,37	7463,92	7467,11	701787,28	664586,89	37200,39	124350,01
22	11,92	0,71	10,35	10,37	7463,92	7467,11	709251,20	672054,00	37197,20	124346,82
22,2	11,92	0,71	10,35	10,37	7463,92	7467,11	716715,12	679521,11	37194,01	124343,63
22,4	11,92	0,71	0,00	10,37	11,92	7467,11	716727,04	686988,22	29738,82	116888,44
22,6	11,92	0,71	0,00	10,37	11,92	7467,11	716738,96	694455,33	22283,63	109433,25
22,8	11,92	0,71	0,00	10,37	11,92	7467,11	716750,88	701922,44	14828,44	101978,06
23	11,92	0,71	0,00	10,37	11,92	7467,11	716762,80	709389,54	7373,26	94522,87
23,2	11,92	0,71	0,00	10,37	11,92	7467,11	716774,72	716856,65	-81,93	87067,69
23,4	11,92	0,71	0,00	0,00	11,92	0,71	716786,64	716857,36	-70,72	87078,90
23,6	11,92	0,71	0,00	0,00	11,92	0,71	716798,56	716858,07	-59,51	87090,11
23,8	11,92	0,71	0,00	0,00	11,92	0,71	716810,48	716858,78	-48,30	87101,32
24	11,92	0,71	0,00	0,00	11,92	0,71	716822,40	716859,49	-37,09	87112,53

Tabel 1. Perhitungan Mass Curve KTH Siman Harian pada Bulan Februari

Jam Ke	Presipitasi Rata-rata (Inflow)	Evaporasi (Outflow)	Q.in	Q.out	Vol. Inflow	V. Outflow	V.In. Kum.	V.Out. Kum.	V. In. Kum - V. Out. Kum	Volume Akhir
	m ³	m ³	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	95089,71
0,2	3,89	0,33	0,00	11,50	3,89	8280	3,89	8280	-8276,11	86813,60
0,4	3,89	0,33	0,00	11,50	3,89	8280	7,78	16560	-16552,22	78537,49
0,6	3,89	0,33	0,00	11,50	3,89	8280	11,68	24840	-24828,32	70261,39
0,8	3,89	0,33	0,00	11,50	3,89	8280	15,57	33120	-33104,43	61985,28
1	3,89	0,33	0,00	11,50	3,89	8280	19,46	41400	-41380,54	53709,17
1,2	3,89	0,33	11,49	11,50	8276,69	8280	8296,15	49680	-41383,85	53705,86
1,4	3,89	0,33	11,49	11,50	8276,69	8280	16572,84	57960	-41387,16	53702,55
1,6	3,89	0,33	11,49	11,50	8276,69	8280	24849,54	66240	-41390,46	53699,25
1,8	3,89	0,33	11,49	11,50	8276,69	8280	33126,23	74520	-41393,77	53695,94
2	3,89	0,33	11,49	11,50	8276,69	8280	41402,92	82800	-41397,08	53692,63
2,2	3,89	0,33	11,49	11,50	8276,69	8280	49679,61	91080	-41400,39	53689,32
2,4	3,89	0,33	11,49	11,50	8276,69	8280	57956,30	99360	-41403,70	53686,01
2,6	3,89	0,33	11,49	11,50	8276,69	8280	66233,00	107640	-41407,00	53682,71
2,8	3,89	0,33	11,49	11,50	8276,69	8280	74509,69	115920	-41410,31	53679,40
3	3,89	0,33	11,49	11,50	8276,69	8280	82786,38	124200	-41413,62	53676,09
3,2	3,89	0,33	11,49	11,50	8276,69	8280	91063,07	132480	-41416,93	53672,78
3,4	3,89	0,33	11,49	11,50	8276,69	8280	99339,76	140760	-41420,24	53669,47
3,6	3,89	0,33	11,49	11,50	8276,69	8280	107616,46	149040	-41423,54	53666,17
3,8	3,89	0,33	11,49	11,50	8276,69	8280	115893,15	157320	-41426,85	53662,86
4	3,89	0,33	11,49	11,50	8276,69	8280	124169,84	165600	-41430,16	53659,55
4,2	3,89	0,33	11,49	11,50	8276,69	8280	132446,53	173880	-41433,47	53656,24
4,4	3,89	0,33	11,49	11,50	8276,69	8280	140723,22	182160	-41436,78	53652,93
4,6	3,89	0,33	11,49	11,50	8276,69	8280	148999,92	190440	-41440,08	53649,63
4,8	3,89	0,33	11,49	11,50	8276,69	8280	157276,61	198720	-41443,39	53646,32
5	3,89	0,33	11,49	0,00	8276,69	0	165553,30	198720	-33166,70	61923,01
5,2	3,89	0,33	11,49	0,00	8276,69	0	173829,99	198720	-24890,01	70199,70
5,4	3,89	0,33	11,49	0,00	8276,69	0	182106,68	198720	-16613,32	78476,39
5,6	3,89	0,33	11,49	0,00	8276,69	0	190383,38	198720	-8336,62	86753,09
5,8	3,89	0,33	11,49	0,00	8276,69	0	198660,07	198720	-59,93	95029,78
6	3,89	0,33	0,00	11,50	3,89	8280	198663,96	207000	-8336,04	86753,67
6,2	3,89	0,33	0,00	11,50	3,89	8280	198667,85	215280	-16612,15	78477,56
6,4	3,89	0,33	0,00	11,50	3,89	8280	198671,74	223560	-24888,26	70201,45

Tabel 1. Perhitungan Mass Curve KTH Siman Harian pada Bulan Februari (Lanjutan)

Jam Ke	Presipitasi Rata-rata (Inflow)	Evaporasi (Outflow)	Q.in	Q.out	Vol. Inflow	V. Outflow	V.In. Kum.	V.Out. Kum.	V. In. Kum - V. Out. Kum	Volume Akhir
	m ³	m ³	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
6,6	3,89	0,33	0,00	11,50	3,89	8280	198675,64	231840	-33164,36	61925,35
6,8	3,89	0,33	0,00	11,50	3,89	8280	198679,53	240120	-41440,47	53649,24
7	3,89	0,33	11,49	11,50	8276,69	8280	206956,22	248400	-41443,78	53645,93
7,2	3,89	0,33	11,49	11,50	8276,69	8280	215232,91	256680	-41447,09	53642,62
7,4	3,89	0,33	11,49	11,50	8276,69	8280	223509,60	264960	-41450,40	53639,31
7,6	3,89	0,33	11,49	11,50	8276,69	8280	231786,30	273240	-41453,70	53636,01
7,8	3,89	0,33	11,49	11,50	8276,69	8280	240062,99	281520	-41457,01	53632,70
8	3,89	0,33	11,49	11,50	8276,69	8280	248339,68	289800	-41460,32	53629,39
8,2	3,89	0,33	11,49	11,50	8276,69	8280	256616,37	298080	-41463,63	53626,08
8,4	3,89	0,33	11,49	11,50	8276,69	8280	264893,06	306360	-41466,94	53622,77
8,6	3,89	0,33	11,49	11,50	8276,69	8280	273169,76	314640	-41470,24	53619,47
8,8	3,89	0,33	11,49	11,50	8276,69	8280	281446,45	322920	-41473,55	53616,16
9	3,89	0,33	11,49	11,50	8276,69	8280	289723,14	331200	-41476,86	53612,85
9,2	3,89	0,33	11,49	11,50	8276,69	8280	297999,83	339480	-41480,17	53609,54
9,4	3,89	0,33	11,49	11,50	8276,69	8280	306276,52	347760	-41483,48	53606,23
9,6	3,89	0,33	11,49	11,50	8276,69	8280	314553,22	356040	-41486,78	53602,93
9,8	3,89	0,33	11,49	11,50	8276,69	8280	322829,91	364320	-41490,09	53599,62
10	3,89	0,33	11,49	11,50	8276,69	8280	331106,60	372600	-41493,40	53596,31
10,2	3,89	0,33	11,49	11,50	8276,69	8280	339383,29	380880	-41496,71	53593,00
10,4	3,89	0,33	11,49	11,50	8276,69	8280	347659,98	389160	-41500,02	53589,69
10,6	3,89	0,33	11,49	11,50	8276,69	8280	355936,68	397440	-41503,32	53586,39
10,8	3,89	0,33	11,49	0,00	8276,69	0	364213,37	397440	-33226,63	61863,08
11	3,89	0,33	11,49	0,00	8276,69	0	372490,06	397440	-24949,94	70139,77
11,2	3,89	0,33	11,49	0,00	8276,69	0	380766,75	397440	-16673,25	78416,46
11,4	3,89	0,33	11,49	0,00	8276,69	0	389043,44	397440	-8396,56	86693,15
11,6	3,89	0,33	11,49	0,00	8276,69	0	397320,14	397440	-119,86	94969,85
11,8	3,89	0,33	0,00	11,50	3,89	8280	397324,03	405720	-8395,97	86693,74
12	3,89	0,33	0,00	11,50	3,89	8280	397327,92	414000	-16672,08	78417,63
12,2	3,89	0,33	0,00	11,50	3,89	8280	397331,81	422280	-24948,19	70141,52
12,4	3,89	0,33	0,00	11,50	3,89	8280	397335,70	430560	-33224,30	61865,41
12,6	3,89	0,33	0,00	11,50	3,89	8280	397339,60	438840	-41500,40	53589,31
12,8	3,89	0,33	11,49	11,50	8276,69	8280	405616,29	447120	-41503,71	53586,00
13	3,89	0,33	11,49	11,50	8276,69	8280	413892,98	455400	-41507,02	53582,69
13,2	3,89	0,33	11,49	11,50	8276,69	8280	422169,67	463680	-41510,33	53579,38

Tabel 1. Perhitungan Mass Curve KTH Siman Harian pada Bulan Februari (Lanjutan)

Jam Ke	Presipitasi Rata-rata (Inflow)	Evaporasi (Outflow)	Q.in	Q.out	Vol. Inflow	V. Outflow	V.In. Kum.	V.Out. Kum.	V. In. Kum - V. Out. Kum	Volume Akhir
	m ³	m ³	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
13,4	3,89	0,33	11,49	11,50	8276,69	8280	430446,36	471960	-41513,64	53576,07
13,6	3,89	0,33	11,49	11,50	8276,69	8280	438723,06	480240	-41516,94	53572,77
13,8	3,89	0,33	11,49	11,50	8276,69	8280	446999,75	488520	-41520,25	53569,46
14	3,89	0,33	11,49	11,50	8276,69	8280	455276,44	496800	-41523,56	53566,15
14,2	3,89	0,33	11,49	11,50	8276,69	8280	463553,13	505080	-41526,87	53562,84
14,4	3,89	0,33	11,49	11,50	8276,69	8280	471829,82	513360	-41530,18	53559,53
14,6	3,89	0,33	11,49	11,50	8276,69	8280	480106,52	521640	-41533,48	53556,23
14,8	3,89	0,33	11,49	11,50	8276,69	8280	488383,21	529920	-41536,79	53552,92
15	3,89	0,33	11,49	11,50	8276,69	8280	496659,90	538200	-41540,10	53549,61
15,2	3,89	0,33	11,49	11,50	8276,69	8280	504936,59	546480	-41543,41	53546,30
15,4	3,89	0,33	11,49	11,50	8276,69	8280	513213,28	554760	-41546,72	53542,99
15,6	3,89	0,33	11,49	11,50	8276,69	8280	521489,98	563040	-41550,02	53539,69
15,8	3,89	0,33	11,49	11,50	8276,69	8280	529766,67	571320	-41553,33	53536,38
16	3,89	0,33	11,49	11,50	8276,69	8280	538043,36	579600	-41556,64	53533,07
16,2	3,89	0,33	11,49	11,50	8276,69	8280	546320,05	587880	-41559,95	53529,76
16,4	3,89	0,33	11,49	11,50	8276,69	8280	554596,74	596160	-41563,26	53526,45
16,6	3,89	0,33	11,49	0,00	8276,69	0	562873,44	596160	-33286,56	61803,15
16,8	3,89	0,33	11,49	0,00	8276,69	0	571150,13	596160	-25009,87	70079,84
17	3,89	0,33	11,49	0,00	8276,69	0	579426,82	596160	-16733,18	78356,53
17,2	3,89	0,33	11,49	0,00	8276,69	0	587703,51	596160	-8456,49	86633,22
17,4	3,89	0,33	11,49	0,00	8276,69	0	595980,20	596160	-179,80	94909,91
17,6	3,89	0,33	0,00	11,50	3,89	8280	595984,10	604440	-8455,90	86633,81
17,8	3,89	0,33	0,00	11,50	3,89	8280	595987,99	612720	-16732,01	78357,70
18	3,89	0,33	0,00	11,50	3,89	8280	595991,88	621000	-25008,12	70081,59
18,2	3,89	0,33	0,00	11,50	3,89	8280	595995,77	629280	-33284,23	61805,48
18,4	3,89	0,33	0,00	11,50	3,89	8280	595999,66	637560	-41560,34	53529,37
18,6	3,89	0,33	11,49	11,50	8276,69	8280	604276,36	645840	-41563,64	53526,07
18,8	3,89	0,33	11,49	11,50	8276,69	8280	612553,05	654120	-41566,95	53522,76
19	3,89	0,33	11,49	11,50	8276,69	8280	620829,74	662400	-41570,26	53519,45
19,2	3,89	0,33	11,49	11,50	8276,69	8280	629106,43	670680	-41573,57	53516,14
19,4	3,89	0,33	11,49	11,50	8276,69	8280	637383,12	678960	-41576,88	53512,83
19,6	3,89	0,33	11,49	11,50	8276,69	8280	645659,82	687240	-41580,18	53509,53
19,8	3,89	0,33	11,49	11,50	8276,69	8280	653936,51	695520	-41583,49	53506,22
20	3,89	0,33	11,49	11,50	8276,69	8280	662213,20	703800	-41586,80	53502,91
20,2	3,89	0,33	11,49	11,50	8276,69	8280	670489,89	712080	-41590,11	53499,60

Tabel 1. Perhitungan Mass Curve KTH Siman Harian pada Bulan Februari (Lanjutan)

Jam Ke	Presipitasi Rata-rata (Inflow)	Evaporasi (Outflow)	Q.in	Q.out	Vol. Inflow	V. Outflow	V.In. Kum.	V.Out. Kum.	V. In. Kum - V. Out. Kum	Volume Akhir
	m ³	m ³	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
20,4	3,89	0,33	11,49	11,50	8276,69	8280	678766,58	720360	-41593,42	53496,29
20,6	3,89	0,33	11,49	11,50	8276,69	8280	687043,28	728640	-41596,72	53492,99
20,8	3,89	0,33	11,49	11,50	8276,69	8280	695319,97	736920	-41600,03	53489,68
21	3,89	0,33	11,49	11,50	8276,69	8280	703596,66	745200	-41603,34	53486,37
21,2	3,89	0,33	11,49	11,50	8276,69	8280	711873,35	753480	-41606,65	53483,06
21,4	3,89	0,33	11,49	11,50	8276,69	8280	720150,04	761760	-41609,96	53479,75
21,6	3,89	0,33	11,49	11,50	8276,69	8280	728426,74	770040	-41613,26	53476,45
21,8	3,89	0,33	11,49	11,50	8276,69	8280	736703,43	778320	-41616,57	53473,14
22	3,89	0,33	11,49	11,50	8276,69	8280	744980,12	786600	-41619,88	53469,83
22,2	3,89	0,33	11,49	11,50	8276,69	8280	753256,81	794880	-41623,19	53466,52
22,4	3,89	0,33	11,49	0,00	8276,69	0	761533,50	794880	-33346,50	61743,21
22,6	3,89	0,33	11,49	0,00	8276,69	0	769810,20	794880	-25069,80	70019,91
22,8	3,89	0,33	11,49	0,00	8276,69	0	778086,89	794880	-16793,11	78296,60
23	3,89	0,33	11,49	0,00	8276,69	0	786363,58	794880	-8516,42	86573,29
23,2	3,89	0,33	11,49	0,00	8276,69	0	794640,27	794880	-239,73	94849,98
23,4	3,89	0,33	0,00	0,00	3,89	0	794644,16	794880	-235,84	94853,87
23,6	3,89	0,33	0,00	0,00	3,89	0	794648,06	794880	-231,94	94857,77
23,8	3,89	0,33	0,00	0,00	3,89	0	794651,95	794880	-228,05	94861,66
24	3,89	0,33	0,00	0,00	3,89	0	794655,84	794880	-224,16	94865,55

Tabel 2. Perhitungan Mass Curve KTH Siman Harian pada Bulan Maret

Jam Ke	Presipitasi Rata-rata (Inflow)	Evaporasi (Outflow)	Q.in	Q.out	Vol. Inflow	V.Outflow	V.In. Kum.	V.Out. Kum.	V. In. Kum - V. Out. Kum	Volume Akhir
	m ³	m ³	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	94865,55
0,2	3,43	0,34	0,00	10,38	3,43	7473,94	3,43	7473,94	-7470,52	87395,03
0,4	3,43	0,34	0,00	10,38	3,43	7473,94	6,85	14947,89	-14941,04	79924,51
0,6	3,43	0,34	0,00	10,38	3,43	7473,94	10,28	22421,83	-22411,56	72453,99
0,8	3,43	0,34	0,00	10,38	3,43	7473,94	13,70	29895,78	-29882,08	64983,47
1	3,43	0,34	0,00	10,38	3,43	7473,94	17,13	37369,72	-37352,60	57512,95
1,2	3,43	0,34	10,38	10,38	7477,03	7473,94	7494,15	44843,66	-37349,51	57516,04
1,4	3,43	0,34	10,38	10,38	7477,03	7473,94	14971,18	52317,61	-37346,43	57519,12
1,6	3,43	0,34	10,38	10,38	7477,03	7473,94	22448,20	59791,55	-37343,35	57522,20
1,8	3,43	0,34	10,38	10,38	7477,03	7473,94	29925,23	67265,50	-37340,27	57525,28
2	3,43	0,34	10,38	10,38	7477,03	7473,94	37402,25	74739,44	-37337,19	57528,36
2,2	3,43	0,34	10,38	10,38	7477,03	7473,94	44879,28	82213,38	-37334,11	57531,44
2,4	3,43	0,34	10,38	10,38	7477,02	7473,94	52356,30	89687,33	-37331,03	57534,52
2,6	3,43	0,34	10,38	10,38	7477,03	7473,94	59833,33	97161,27	-37327,95	57537,60
2,8	3,43	0,34	10,38	10,38	7477,02	7473,94	67310,35	104635,22	-37324,87	57540,68
3	3,43	0,34	10,38	10,38	7477,03	7473,94	74787,38	112109,16	-37321,79	57543,76
3,2	3,43	0,34	10,38	10,38	7477,03	7473,94	82264,40	119583,10	-37318,70	57546,85
3,4	3,43	0,34	10,38	10,38	7477,02	7473,94	89741,43	127057,05	-37315,62	57549,93
3,6	3,43	0,34	10,38	10,38	7477,03	7473,94	97218,45	134530,99	-37312,54	57553,01
3,8	3,43	0,34	10,38	10,38	7477,02	7473,94	104695,48	142004,94	-37309,46	57556,09
4	3,43	0,34	10,38	10,38	7477,03	7473,94	112172,50	149478,88	-37306,38	57559,17
4,2	3,43	0,34	10,38	10,38	7477,03	7473,94	119649,53	156952,82	-37303,30	57562,25
4,4	3,43	0,34	10,38	10,38	7477,03	7473,94	127126,55	164426,77	-37300,22	57565,33
4,6	3,43	0,34	10,38	10,38	7477,02	7473,94	134603,58	171900,71	-37297,14	57568,41
4,8	3,43	0,34	10,38	10,38	7477,03	7473,94	142080,60	179374,66	-37294,06	57571,49
5	3,43	0,34	10,38	0,00	7477,03	0,34	149557,63	179375,00	-29817,38	65048,17
5,2	3,43	0,34	10,38	0,00	7477,03	0,34	157034,65	179375,34	-22340,69	72524,86
5,4	3,43	0,34	10,38	0,00	7477,03	0,34	164511,68	179375,69	-14864,01	80001,54
5,6	3,43	0,34	10,38	0,00	7477,02	0,34	171988,70	179376,03	-7387,33	87478,22
5,8	3,43	0,34	10,38	0,00	7477,03	0,34	179465,73	179376,38	89,35	94954,90
6	3,43	0,34	0,00	10,38	3,43	7473,94	179469,15	186850,32	-7381,17	87484,38
6,2	3,43	0,34	0,00	10,38	3,43	7473,94	179472,58	194324,26	-14851,69	80013,86
6,4	3,43	0,34	0,00	10,38	3,43	7473,94	179476,00	201798,21	-22322,21	72543,34

Tabel 2. Perhitungan Mass Curve KTH Siman Harian pada Bulan Maret (Lanjutan)

Jam Ke	Presipitasi Rata-rata (Inflow)	Evaporasi (Outflow)	Q.in	Q.out	Vol. Inflow	V.Outflow	V.In. Kum.	V.Out. Kum.	V. In. Kum - V. Out. Kum	Volume Akhir
	m ³	m ³	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
6,6	3,43	0,34	0,00	10,38	3,43	7473,94	179479,43	209272,15	-29792,73	65072,82
6,8	3,43	0,34	0,00	10,38	3,43	7473,94	179482,85	216746,10	-37263,25	57602,30
7	3,43	0,34	10,38	10,38	7477,03	7473,94	186959,88	224220,04	-37260,17	57605,38
7,2	3,43	0,34	10,38	10,38	7477,03	7473,94	194436,90	231693,98	-37257,08	57608,47
7,4	3,43	0,34	10,38	10,38	7477,03	7473,94	201913,93	239167,93	-37254,00	57611,55
7,6	3,43	0,34	10,38	10,38	7477,02	7473,94	209390,95	246641,87	-37250,92	57614,63
7,8	3,43	0,34	10,38	10,38	7477,03	7473,94	216867,98	254115,82	-37247,84	57617,71
8	3,43	0,34	10,38	10,38	7477,03	7473,94	224345,00	261589,76	-37244,76	57620,79
8,2	3,43	0,34	10,38	10,38	7477,02	7473,94	231822,03	269063,70	-37241,68	57623,87
8,4	3,43	0,34	10,38	10,38	7477,03	7473,94	239299,05	276537,65	-37238,60	57626,95
8,6	3,43	0,34	10,38	10,38	7477,02	7473,94	246776,08	284011,59	-37235,52	57630,03
8,8	3,43	0,34	10,38	10,38	7477,03	7473,94	254253,10	291485,54	-37232,44	57633,11
9	3,43	0,34	10,38	10,38	7477,02	7473,94	261730,13	298959,48	-37229,36	57636,19
9,2	3,43	0,34	10,38	10,38	7477,02	7473,94	269207,15	306433,42	-37226,27	57639,28
9,4	3,43	0,34	10,38	10,38	7477,03	7473,94	276684,18	313907,37	-37223,19	57642,36
9,6	3,43	0,34	10,38	10,38	7477,02	7473,94	284161,20	321381,31	-37220,11	57645,44
9,8	3,43	0,34	10,38	10,38	7477,03	7473,94	291638,23	328855,26	-37217,03	57648,52
10	3,43	0,34	10,38	10,38	7477,02	7473,94	299115,25	336329,20	-37213,95	57651,60
10,2	3,43	0,34	10,38	10,38	7477,02	7473,94	306592,28	343803,14	-37210,87	57654,68
10,4	3,43	0,34	10,38	10,38	7477,03	7473,94	314069,30	351277,09	-37207,79	57657,76
10,6	3,43	0,34	10,38	10,38	7477,02	7473,94	321546,33	358751,03	-37204,71	57660,84
10,8	3,43	0,34	10,38	0,00	7477,03	0,34	329023,35	358751,38	-29728,03	65137,52
11	3,43	0,34	10,38	0,00	7477,02	0,34	336500,38	358751,72	-22251,35	72614,20
11,2	3,43	0,34	10,38	0,00	7477,02	0,34	343977,40	358752,06	-14774,66	80090,89
11,4	3,43	0,34	10,38	0,00	7477,03	0,34	351454,43	358752,41	-7297,98	87567,57
11,6	3,43	0,34	10,38	0,00	7477,02	0,34	358931,45	358752,75	178,70	95044,25
11,8	3,43	0,34	0,00	10,38	3,43	7473,94	358934,88	366226,70	-7291,82	87573,73
12	3,43	0,34	0,00	10,38	3,43	7473,94	358938,30	373700,64	-14762,34	80103,21
12,2	3,43	0,34	0,00	10,38	3,43	7473,94	358941,73	381174,58	-22232,86	72632,69
12,4	3,43	0,34	0,00	10,38	3,43	7473,94	358945,15	388648,53	-29703,38	65162,17
12,6	3,43	0,34	0,00	10,38	3,43	7473,94	358948,58	396122,47	-37173,90	57691,65
12,8	3,43	0,34	10,38	10,38	7477,03	7473,94	366425,60	403596,42	-37170,82	57694,73
13	3,43	0,34	10,38	10,38	7477,02	7473,94	373902,63	411070,36	-37167,74	57697,81
13,2	3,43	0,34	10,38	10,38	7477,02	7473,94	381379,65	418544,30	-37164,65	57700,90

Tabel 2. Perhitungan Mass Curve KTH Siman Harian pada Bulan Maret (Lanjutan)

Jam Ke	Presipitasi Rata-rata (Inflow)	Evaporasi (Outflow)	Q.in	Q.out	Vol. Inflow	V.Outflow	V.In. Kum.	V.Out. Kum.	V. In. Kum - V. Out. Kum	Volume Akhir
	m ³	m ³	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
13,4	3,43	0,34	10,38	10,38	7477,03	7473,94	388856,68	426018,25	-37161,57	57703,98
13,6	3,43	0,34	10,38	10,38	7477,02	7473,94	396333,70	433492,19	-37158,49	57707,06
13,8	3,43	0,34	10,38	10,38	7477,03	7473,94	403810,73	440966,14	-37155,41	57710,14
14	3,43	0,34	10,38	10,38	7477,02	7473,94	411287,75	448440,08	-37152,33	57713,22
14,2	3,43	0,34	10,38	10,38	7477,02	7473,94	418764,77	455914,02	-37149,25	57716,30
14,4	3,43	0,34	10,38	10,38	7477,03	7473,94	426241,80	463387,97	-37146,17	57719,38
14,6	3,43	0,34	10,38	10,38	7477,02	7473,94	433718,82	470861,91	-37143,09	57722,46
14,8	3,43	0,34	10,38	10,38	7477,03	7473,94	441195,85	478335,86	-37140,01	57725,54
15	3,43	0,34	10,38	10,38	7477,02	7473,94	448672,87	485809,80	-37136,93	57728,62
15,2	3,43	0,34	10,38	10,38	7477,02	7473,94	456149,90	493283,74	-37133,84	57731,71
15,4	3,43	0,34	10,38	10,38	7477,03	7473,94	463626,92	500757,69	-37130,76	57734,79
15,6	3,43	0,34	10,38	10,38	7477,02	7473,94	471103,95	508231,63	-37127,68	57737,87
15,8	3,43	0,34	10,38	10,38	7477,03	7473,94	478580,97	515705,58	-37124,60	57740,95
16	3,43	0,34	10,38	10,38	7477,02	7473,94	486058,00	523179,52	-37121,52	57744,03
16,2	3,43	0,34	10,38	10,38	7477,02	7473,94	493535,02	530653,46	-37118,44	57747,11
16,4	3,43	0,34	10,38	10,38	7477,02	7473,94	501012,05	538127,41	-37115,36	57750,19
16,6	3,43	0,34	10,38	0,00	7477,03	0,34	508489,07	538127,75	-29638,68	65226,87
16,8	3,43	0,34	10,38	0,00	7477,02	0,34	515966,10	538128,10	-22162,00	72703,55
17	3,43	0,34	10,38	0,00	7477,02	0,34	523443,12	538128,44	-14685,32	80180,23
17,2	3,43	0,34	10,38	0,00	7477,02	0,34	530920,15	538128,78	-7208,63	87656,92
17,4	3,43	0,34	10,38	0,00	7477,02	0,34	538397,17	538129,13	268,05	95133,60
17,6	3,43	0,34	0,00	10,38	3,43	7473,94	538400,60	545603,07	-7202,47	87663,08
17,8	3,43	0,34	0,00	10,38	3,43	7473,94	538404,02	553077,02	-14672,99	80192,56
18	3,43	0,34	0,00	10,38	3,43	7473,94	538407,45	560550,96	-22143,51	72722,04
18,2	3,43	0,34	0,00	10,38	3,43	7473,94	538410,88	568024,90	-29614,03	65251,52
18,4	3,43	0,34	0,00	10,38	3,43	7473,94	538414,30	575498,85	-37084,55	57781,00
18,6	3,43	0,34	10,38	10,38	7477,03	7473,94	545891,33	582972,79	-37081,47	57784,08
18,8	3,43	0,34	10,38	10,38	7477,02	7473,94	553368,35	590446,74	-37078,39	57787,16
19	3,43	0,34	10,38	10,38	7477,02	7473,94	560845,38	597920,68	-37075,31	57790,24
19,2	3,43	0,34	10,38	10,38	7477,02	7473,94	568322,40	605394,62	-37072,22	57793,33
19,4	3,43	0,34	10,38	10,38	7477,02	7473,94	575799,43	612868,57	-37069,14	57796,41
19,6	3,43	0,34	10,38	10,38	7477,03	7473,94	583276,45	620342,51	-37066,06	57799,49
19,8	3,43	0,34	10,38	10,38	7477,02	7473,94	590753,48	627816,46	-37062,98	57802,57
20	3,43	0,34	10,38	10,38	7477,02	7473,94	598230,50	635290,40	-37059,90	57805,65
20,2	3,43	0,34	10,38	10,38	7477,02	7473,94	605707,53	642764,34	-37056,82	57808,73

Tabel 2. Perhitungan Mass Curve KTH Siman Harian pada Bulan Maret (Lanjutan)

Jam Ke	Presipitasi Rata-rata (Inflow)	Evaporasi (Outflow)	Q.in	Q.out	Vol. Inflow	V.Outflow	V.In. Kum.	V.Out. Kum.	V. In. Kum - V. Out. Kum	Volume Akhir
	m ³	m ³	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
20,4	3,43	0,34	10,38	10,38	7477,02	7473,94	613184,55	650238,29	-37053,74	57811,81
20,6	3,43	0,34	10,38	10,38	7477,03	7473,94	620661,58	657712,23	-37050,66	57814,89
20,8	3,43	0,34	10,38	10,38	7477,02	7473,94	628138,60	665186,18	-37047,58	57817,97
21	3,43	0,34	10,38	10,38	7477,02	7473,94	635615,63	672660,12	-37044,50	57821,05
21,2	3,43	0,34	10,38	10,38	7477,02	7473,94	643092,65	680134,06	-37041,41	57824,14
21,4	3,43	0,34	10,38	10,38	7477,02	7473,94	650569,68	687608,01	-37038,33	57827,22
21,6	3,43	0,34	10,38	10,38	7477,03	7473,94	658046,70	695081,95	-37035,25	57830,30
21,8	3,43	0,34	10,38	10,38	7477,02	7473,94	665523,73	702555,90	-37032,17	57833,38
22	3,43	0,34	10,38	10,38	7477,02	7473,94	673000,75	710029,84	-37029,09	57836,46
22,2	3,43	0,34	10,38	10,38	7477,02	7473,94	680477,78	717503,78	-37026,01	57839,54
22,4	3,43	0,34	10,38	0,00	7477,02	0,34	687954,80	717504,13	-29549,33	65316,22
22,6	3,43	0,34	10,38	0,00	7477,03	0,34	695431,83	717504,47	-22072,65	72792,90
22,8	3,43	0,34	10,38	0,00	7477,02	0,34	702908,85	717504,82	-14595,97	80269,58
23	3,43	0,34	10,38	0,00	7477,02	0,34	710385,88	717505,16	-7119,29	87746,26
23,2	3,43	0,34	10,38	0,00	7477,02	0,34	717862,90	717505,50	357,40	95222,95
23,4	3,43	0,34	0,00	0,00	3,43	0,34	717866,33	717505,85	360,48	95226,03
23,6	3,43	0,34	0,00	0,00	3,43	0,34	717869,75	717506,19	363,56	95229,11
23,8	3,43	0,34	0,00	0,00	3,43	0,34	717873,18	717506,54	366,64	95232,19
24	3,43	0,34	0,00	0,00	3,43	0,34	717876,60	717506,88	369,72	95235,27

Tabel 3. Perhitungan Mass Curve KTH Siman Harian pada Bulan April

Jam Ke	Presipitasi Rata-rata (Inflow)	Evaporasi (Outflow)	Q.in	Q.out	Vol. Inflow	V.Outflow	V.In. Kum.	V.Out. Kum.	V. In. Kum - V. Out. Kum	Volume Akhir
	m ³	m ³	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	95235,27
0,2	2,09	0,33	0,00	10,71	2,09	7711,53	2,09	7711,53	-7709,44	87525,83
0,4	2,09	0,33	0,00	10,71	2,09	7711,53	4,18	15423,06	-15418,87	79816,40
0,6	2,09	0,33	0,00	10,71	2,09	7711,53	6,28	23134,58	-23128,31	72106,96
0,8	2,09	0,33	0,00	10,71	2,09	7711,53	8,37	30846,11	-30837,74	64397,53
1	2,09	0,33	0,00	10,71	2,09	7711,53	10,46	38557,64	-38547,18	56688,09
1,2	2,09	0,33	10,71	10,71	7713,29	7711,53	7723,75	46269,17	-38545,42	56689,85
1,4	2,09	0,33	10,71	10,71	7713,29	7711,53	15437,04	53980,70	-38543,65	56691,62
1,6	2,09	0,33	10,71	10,71	7713,29	7711,53	23150,34	61692,22	-38541,89	56693,38
1,8	2,09	0,33	10,71	10,71	7713,29	7711,53	30863,63	69403,75	-38540,12	56695,15
2	2,09	0,33	10,71	10,71	7713,29	7711,53	38576,92	77115,28	-38538,36	56696,91
2,2	2,09	0,33	10,71	10,71	7713,29	7711,53	46290,21	84826,81	-38536,60	56698,67
2,4	2,09	0,33	10,71	10,71	7713,29	7711,53	54003,50	92538,34	-38534,83	56700,44
2,6	2,09	0,33	10,71	10,71	7713,29	7711,53	61716,80	100249,86	-38533,07	56702,20
2,8	2,09	0,33	10,71	10,71	7713,29	7711,53	69430,09	107961,39	-38531,30	56703,97
3	2,09	0,33	10,71	10,71	7713,29	7711,53	77143,38	115672,92	-38529,54	56705,73
3,2	2,09	0,33	10,71	10,71	7713,29	7711,53	84856,67	123384,45	-38527,78	56707,49
3,4	2,09	0,33	10,71	10,71	7713,29	7711,53	92569,96	131095,98	-38526,01	56709,26
3,6	2,09	0,33	10,71	10,71	7713,29	7711,53	100283,26	138807,50	-38524,25	56711,02
3,8	2,09	0,33	10,71	10,71	7713,29	7711,53	107996,55	146519,03	-38522,48	56712,79
4	2,09	0,33	10,71	10,71	7713,29	7711,53	115709,84	154230,56	-38520,72	56714,55
4,2	2,09	0,33	10,71	10,71	7713,29	7711,53	123423,13	161942,09	-38518,96	56716,31
4,4	2,09	0,33	10,71	10,71	7713,29	7711,53	131136,42	169653,62	-38517,19	56718,08
4,6	2,09	0,33	10,71	10,71	7713,29	7711,53	138849,72	177365,14	-38515,43	56719,84
4,8	2,09	0,33	10,71	10,71	7713,29	7711,53	146563,01	185076,67	-38513,66	56721,61
5	2,09	0,33	10,71	0,00	7713,29	0,33	154276,30	185077,00	-30800,70	64434,57
5,2	2,09	0,33	10,71	0,00	7713,29	0,33	161989,59	185077,33	-23087,74	72147,53
5,4	2,09	0,33	10,71	0,00	7713,29	0,33	169702,88	185077,66	-15374,77	79860,50
5,6	2,09	0,33	10,71	0,00	7713,29	0,33	177416,18	185077,98	-7661,81	87573,46
5,8	2,09	0,33	10,71	0,00	7713,29	0,33	185129,47	185078,31	51,16	95286,43
6	2,09	0,33	0,00	10,71	2,09	7711,53	185131,56	192789,84	-7658,28	87576,99
6,2	2,09	0,33	0,00	10,71	2,09	7711,53	185133,65	200501,37	-15367,72	79867,55
6,4	2,09	0,33	0,00	10,71	2,09	7711,53	185135,74	208212,90	-23077,15	72158,12

Tabel 3. Perhitungan Mass Curve KTH Siman Harian pada Bulan April (Lanjutan)

Jam Ke	Presipitasi Rata-rata (Inflow)	Evaporasi (Outflow)	Q.in	Q.out	Vol. Inflow	V.Outflow	V.In. Kum.	V.Out. Kum.	V. In. Kum - V. Out. Kum	Volume Akhir
	m ³	m ³	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
1	2,09	0,33	0,00	10,71	2,09	7711,53	185137,84	215924,42	-30786,59	64448,68
6,6	2,09	0,33	0,00	10,71	2,09	7711,53	185139,93	223635,95	-38496,02	56739,25
6,8	2,09	0,33	10,71	10,71	7713,29	7711,53	192853,22	231347,48	-38494,26	56741,01
7	2,09	0,33	10,71	10,71	7713,29	7711,53	200566,51	239059,01	-38492,50	56742,77
7,2	2,09	0,33	10,71	10,71	7713,29	7711,53	208279,80	246770,54	-38490,73	56744,54
7,4	2,09	0,33	10,71	10,71	7713,29	7711,53	215993,10	254482,06	-38488,97	56746,30
7,6	2,09	0,33	10,71	10,71	7713,29	7711,53	223706,39	262193,59	-38487,20	56748,07
7,8	2,09	0,33	10,71	10,71	7713,29	7711,53	231419,68	269905,12	-38485,44	56749,83
8	2,09	0,33	10,71	10,71	7713,29	7711,53	239132,97	277616,65	-38483,68	56751,59
8,2	2,09	0,33	10,71	10,71	7713,29	7711,53	246846,26	285328,18	-38481,91	56753,36
8,4	2,09	0,33	10,71	10,71	7713,29	7711,53	254559,56	293039,70	-38480,15	56755,12
8,6	2,09	0,33	10,71	10,71	7713,29	7711,53	262272,85	300751,23	-38478,38	56756,89
8,8	2,09	0,33	10,71	10,71	7713,29	7711,53	269986,14	308462,76	-38476,62	56758,65
9	2,09	0,33	10,71	10,71	7713,29	7711,53	277699,43	316174,29	-38474,86	56760,41
9,2	2,09	0,33	10,71	10,71	7713,29	7711,53	285412,72	323885,82	-38473,09	56762,18
9,4	2,09	0,33	10,71	10,71	7713,29	7711,53	293126,02	331597,34	-38471,33	56763,94
9,6	2,09	0,33	10,71	10,71	7713,29	7711,53	300839,31	339308,87	-38469,56	56765,71
9,8	2,09	0,33	10,71	10,71	7713,29	7711,53	308552,60	347020,40	-38467,80	56767,47
10	2,09	0,33	10,71	10,71	7713,29	7711,53	316265,89	354731,93	-38466,04	56769,23
10,2	2,09	0,33	10,71	10,71	7713,29	7711,53	323979,18	362443,46	-38464,27	56771,00
10,4	2,09	0,33	10,71	10,71	7713,29	7711,53	331692,48	370154,98	-38462,51	56772,76
10,6	2,09	0,33	10,71	0,00	7713,29	0,33	339405,77	370155,31	-30749,54	64485,73
10,8	2,09	0,33	10,71	0,00	7713,29	0,33	347119,06	370155,64	-23036,58	72198,69
11	2,09	0,33	10,71	0,00	7713,29	0,33	354832,35	370155,97	-15323,62	79911,65
11,2	2,09	0,33	10,71	0,00	7713,29	0,33	362545,64	370156,30	-7610,65	87624,62
11,4	2,09	0,33	10,71	0,00	7713,29	0,33	370258,94	370156,62	102,31	95337,58
11,6	2,09	0,33	0,00	10,71	2,09	7711,53	370261,03	377868,15	-7607,12	87628,15
11,8	2,09	0,33	0,00	10,71	2,09	7711,53	370263,12	385579,68	-15316,56	79918,71
12	2,09	0,33	0,00	10,71	2,09	7711,53	370265,21	393291,21	-23026,00	72209,27
12,2	2,09	0,33	0,00	10,71	2,09	7711,53	370267,30	401002,74	-30735,43	64499,84
12,4	2,09	0,33	0,00	10,71	2,09	7711,53	370269,40	408714,26	-38444,87	56790,40
12,6	2,09	0,33	10,71	10,71	7713,29	7711,53	377982,69	416425,79	-38443,10	56792,17
12,8	2,09	0,33	10,71	10,71	7713,29	7711,53	385695,98	424137,32	-38441,34	56793,93
13	2,09	0,33	10,71	10,71	7713,29	7711,53	393409,27	431848,85	-38439,58	56795,69
13,2	2,09	0,33	10,71	10,71	7713,29	7711,53				

Tabel 3. Perhitungan Mass Curve KTH Siman Harian pada Bulan April (Lanjutan)

Jam Ke	Presipitasi Rata-rata (Inflow)	Evaporasi (Outflow)	Q.in	Q.out	Vol. Inflow	V.Outflow	V.In. Kum.	V.Out. Kum.	V. In. Kum - V. Out. Kum	Volume Akhir
	m ³	m ³	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
13,4	2,09	0,33	10,71	10,71	7713,29	7711,53	401122,56	439560,38	-38437,81	56797,46
13,6	2,09	0,33	10,71	10,71	7713,29	7711,53	408835,86	447271,90	-38436,05	56799,22
13,8	2,09	0,33	10,71	10,71	7713,29	7711,53	416549,15	454983,43	-38434,28	56800,99
14	2,09	0,33	10,71	10,71	7713,29	7711,53	424262,44	462694,96	-38432,52	56802,75
14,2	2,09	0,33	10,71	10,71	7713,29	7711,53	431975,73	470406,49	-38430,76	56804,51
14,4	2,09	0,33	10,71	10,71	7713,29	7711,53	439689,02	478118,02	-38428,99	56806,28
14,6	2,09	0,33	10,71	10,71	7713,29	7711,53	447402,32	485829,54	-38427,23	56808,04
14,8	2,09	0,33	10,71	10,71	7713,29	7711,53	455115,61	493541,07	-38425,46	56809,81
15	2,09	0,33	10,71	10,71	7713,29	7711,53	462828,90	501252,60	-38423,70	56811,57
15,2	2,09	0,33	10,71	10,71	7713,29	7711,53	470542,19	508964,13	-38421,94	56813,33
15,4	2,09	0,33	10,71	10,71	7713,29	7711,53	478255,48	516675,66	-38420,17	56815,10
15,6	2,09	0,33	10,71	10,71	7713,29	7711,53	485968,78	524387,18	-38418,41	56816,86
15,8	2,09	0,33	10,71	10,71	7713,29	7711,53	493682,07	532098,71	-38416,64	56818,63
16	2,09	0,33	10,71	10,71	7713,29	7711,53	501395,36	539810,24	-38414,88	56820,39
16,2	2,09	0,33	10,71	10,71	7713,29	7711,53	509108,65	547521,77	-38413,12	56822,15
16,4	2,09	0,33	10,71	10,71	7713,29	7711,53	516821,94	555233,30	-38411,35	56823,92
16,6	2,09	0,33	10,71	0,00	7713,29	0,33	524535,24	555233,62	-30698,39	64536,88
16,8	2,09	0,33	10,71	0,00	7713,29	0,33	532248,53	555233,95	-22985,42	72249,85
17	2,09	0,33	10,71	0,00	7713,29	0,33	539961,82	555234,28	-15272,46	79962,81
17,2	2,09	0,33	10,71	0,00	7713,29	0,33	547675,11	555234,61	-7559,50	87675,77
17,4	2,09	0,33	10,71	0,00	7713,29	0,33	555388,40	555234,94	153,47	95388,74
17,6	2,09	0,33	0,00	10,71	2,09	7711,53	555390,50	562946,46	-7555,97	87679,30
17,8	2,09	0,33	0,00	10,71	2,09	7711,53	555392,59	570657,99	-15265,40	79969,87
18	2,09	0,33	0,00	10,71	2,09	7711,53	555394,68	578369,52	-22974,84	72260,43
18,2	2,09	0,33	0,00	10,71	2,09	7711,53	555396,77	586081,05	-30684,28	64550,99
18,4	2,09	0,33	0,00	10,71	2,09	7711,53	555398,86	593792,58	-38393,71	56841,56
18,6	2,09	0,33	10,71	10,71	7713,29	7711,53	563112,16	601504,10	-38391,95	56843,32
18,8	2,09	0,33	10,71	10,71	7713,29	7711,53	570825,45	609215,63	-38390,18	56845,09
19	2,09	0,33	10,71	10,71	7713,29	7711,53	578538,74	616927,16	-38388,42	56846,85
19,2	2,09	0,33	10,71	10,71	7713,29	7711,53	586252,03	624638,69	-38386,66	56848,61
19,4	2,09	0,33	10,71	10,71	7713,29	7711,53	593965,32	632350,22	-38384,89	56850,38
19,6	2,09	0,33	10,71	10,71	7713,29	7711,53	601678,62	640061,74	-38383,13	56852,14
19,8	2,09	0,33	10,71	10,71	7713,29	7711,53	609391,91	647773,27	-38381,36	56853,91
20	2,09	0,33	10,71	10,71	7713,29	7711,53	617105,20	655484,80	-38379,60	56855,67
20,2	2,09	0,33	10,71	10,71	7713,29	7711,53	624818,49	663196,33	-38377,84	56857,43

Tabel 3. Perhitungan Mass Curve KTH Siman Harian pada Bulan April (Lanjutan)

Jam Ke	Presipitasi Rata-rata (Inflow)	Evaporasi (Outflow)	Q.in	Q.out	Vol. Inflow	V.Outflow	V.In. Kum.	V.Out. Kum.	V. In. Kum - V. Out. Kum	
	m ³	m ³	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
20,4	2,09	0,33	10,71	10,71	7713,29	7711,53	632531,78	670907,86	-38376,07	56859,20
20,6	2,09	0,33	10,71	10,71	7713,29	7711,53	640245,08	678619,38	-38374,31	56860,96
20,8	2,09	0,33	10,71	10,71	7713,29	7711,53	647958,37	686330,91	-38372,54	56862,73
21	2,09	0,33	10,71	10,71	7713,29	7711,53	655671,66	694042,44	-38370,78	56864,49
21,2	2,09	0,33	10,71	10,71	7713,29	7711,53	663384,95	701753,97	-38369,02	56866,25
21,4	2,09	0,33	10,71	10,71	7713,29	7711,53	671098,24	709465,50	-38367,25	56868,02
21,6	2,09	0,33	10,71	10,71	7713,29	7711,53	678811,54	717177,02	-38365,49	56869,78
21,8	2,09	0,33	10,71	10,71	7713,29	7711,53	686524,83	724888,55	-38363,72	56871,55
22	2,09	0,33	10,71	10,71	7713,29	7711,53	694238,12	732600,08	-38361,96	56873,31
22,2	2,09	0,33	10,71	10,71	7713,29	7711,53	701951,41	740311,61	-38360,20	56875,07
22,4	2,09	0,33	10,71	0,00	7713,29	0,33	709664,70	740311,94	-30647,23	64588,04
22,6	2,09	0,33	10,71	0,00	7713,29	0,33	717378,00	740312,26	-22934,27	72301,00
22,8	2,09	0,33	10,71	0,00	7713,29	0,33	725091,29	740312,59	-15221,30	80013,97
23	2,09	0,33	10,71	0,00	7713,29	0,33	732804,58	740312,92	-7508,34	87726,93
23,2	2,09	0,33	10,71	0,00	7713,29	0,33	740517,87	740313,25	204,62	95439,89
23,4	2,09	0,33	0,00	0,00	2,09	0,33	740519,96	740313,58	206,39	95441,66
23,6	2,09	0,33	0,00	0,00	2,09	0,33	740522,06	740313,90	208,15	95443,42
23,8	2,09	0,33	0,00	0,00	2,09	0,33	740524,15	740314,23	209,92	95445,19
24	2,09	0,33	0,00	0,00	2,09	0,33	740526,24	740314,56	211,68	95446,95

Tabel 4. Perhitungan Mass Curve KTH Siman Harian pada Bulan Mei

Jam Ke	Presipitasi Rata-rata (Inflow)	Evaporasi (Outflow)	Q.in	Q.out	Vol. Inflow	V.Outflow	V.In. Kum.	V.Out. Kum.	V. In. Kum - V. Out. Kum	Volume Akhir
	m ³	m ³	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	95446,95
0,2	1,43	0,35	0,00	10,36	1,43	7459,55	1,43	7459,55	-7458,12	87988,83
0,4	1,43	0,35	0,00	10,36	1,43	7459,55	2,87	14919,11	-14916,24	80530,71
0,6	1,43	0,35	0,00	10,36	1,43	7459,55	4,30	22378,66	-22374,36	73072,59
0,8	1,43	0,35	0,00	10,36	1,43	7459,55	5,73	29838,21	-29832,48	65614,47
1	1,43	0,35	0,00	10,36	1,43	7459,55	7,17	37297,76	-37290,60	58156,35
1,2	1,43	0,35	10,36	10,36	7460,63	7459,55	7467,80	44757,32	-37289,52	58157,43
1,4	1,43	0,35	10,36	10,36	7460,63	7459,55	14928,43	52216,87	-37288,44	58158,51
1,6	1,43	0,35	10,36	10,36	7460,63	7459,55	22389,06	59676,42	-37287,36	58159,59
1,8	1,43	0,35	10,36	10,36	7460,63	7459,55	29849,70	67135,98	-37286,28	58160,67
2	1,43	0,35	10,36	10,36	7460,63	7459,55	37310,33	74595,53	-37285,20	58161,75
2,2	1,43	0,35	10,36	10,36	7460,63	7459,55	44770,96	82055,08	-37284,12	58162,83
2,4	1,43	0,35	10,36	10,36	7460,63	7459,55	52231,60	89514,63	-37283,04	58163,91
2,6	1,43	0,35	10,36	10,36	7460,63	7459,55	59692,23	96974,19	-37281,96	58164,99
2,8	1,43	0,35	10,36	10,36	7460,63	7459,55	67152,86	104433,74	-37280,88	58166,07
3	1,43	0,35	10,36	10,36	7460,63	7459,55	74613,50	111893,29	-37279,80	58167,15
3,2	1,43	0,35	10,36	10,36	7460,63	7459,55	82074,13	119352,85	-37278,72	58168,23
3,4	1,43	0,35	10,36	10,36	7460,63	7459,55	89534,76	126812,40	-37277,64	58169,31
3,6	1,43	0,35	10,36	10,36	7460,63	7459,55	96995,39	134271,95	-37276,56	58170,39
3,8	1,43	0,35	10,36	10,36	7460,63	7459,55	104456,03	141731,50	-37275,48	58171,47
4	1,43	0,35	10,36	10,36	7460,63	7459,55	111916,66	149191,06	-37274,40	58172,55
4,2	1,43	0,35	10,36	10,36	7460,63	7459,55	119377,29	156650,61	-37273,32	58173,63
4,4	1,43	0,35	10,36	10,36	7460,63	7459,55	126837,93	164110,16	-37272,24	58174,71
4,6	1,43	0,35	10,36	10,36	7460,63	7459,55	134298,56	171569,72	-37271,16	58175,79
4,8	1,43	0,35	10,36	10,36	7460,63	7459,55	141759,19	179029,27	-37270,08	58176,87
5	1,43	0,35	10,36	0,00	7460,63	0,35	149219,83	179029,62	-29809,80	65637,15
5,2	1,43	0,35	10,36	0,00	7460,63	0,35	156680,46	179029,97	-22349,52	73097,43
5,4	1,43	0,35	10,36	0,00	7460,63	0,35	164141,09	179030,33	-14889,24	80557,71
5,6	1,43	0,35	10,36	0,00	7460,63	0,35	171601,72	179030,68	-7428,96	88017,99
5,8	1,43	0,35	10,36	0,00	7460,63	0,35	179062,36	179031,03	31,32	95478,27
6	1,43	0,35	0,00	10,36	1,43	7459,55	179063,79	186490,59	-7426,80	88020,15
6,2	1,43	0,35	0,00	10,36	1,43	7459,55	179065,22	193950,14	-14884,91	80562,04
6,4	1,43	0,35	0,00	10,36	1,43	7459,55	179066,66	201409,69	-22343,03	73103,92

Tabel 4. Perhitungan Mass Curve KTH Siman Harian pada Bulan Mei (Lanjutan)

Jam Ke	Presipitasi Rata-rata (Inflow)	Evaporasi (Outflow)	Q.in	Q.out	Vol. Inflow	V.Outflow	V.In. Kum.	V.Out. Kum.	V. In. Kum - V. Out. Kum	Volume Akhir
	m ³	m ³	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
6,6	1,43	0,35	0,00	10,36	1,43	7459,55	179068,09	208869,24	-29801,15	65645,80
6,8	1,43	0,35	0,00	10,36	1,43	7459,55	179069,52	216328,80	-37259,27	58187,68
7	1,43	0,35	10,36	10,36	7460,63	7459,55	186530,16	223788,35	-37258,19	58188,76
7,2	1,43	0,35	10,36	10,36	7460,63	7459,55	193990,79	231247,90	-37257,11	58189,84
7,4	1,43	0,35	10,36	10,36	7460,63	7459,55	201451,42	238707,45	-37256,03	58190,92
7,6	1,43	0,35	10,36	10,36	7460,63	7459,55	208912,05	246167,01	-37254,95	58192,00
7,8	1,43	0,35	10,36	10,36	7460,63	7459,55	216372,69	253626,56	-37253,87	58193,08
8	1,43	0,35	10,36	10,36	7460,63	7459,55	223833,32	261086,11	-37252,79	58194,16
8,2	1,43	0,35	10,36	10,36	7460,63	7459,55	231293,95	268545,67	-37251,71	58195,24
8,4	1,43	0,35	10,36	10,36	7460,63	7459,55	238754,59	276005,22	-37250,63	58196,32
8,6	1,43	0,35	10,36	10,36	7460,63	7459,55	246215,22	283464,77	-37249,55	58197,40
8,8	1,43	0,35	10,36	10,36	7460,63	7459,55	253675,85	290924,32	-37248,47	58198,48
9	1,43	0,35	10,36	10,36	7460,63	7459,55	261136,49	298383,88	-37247,39	58199,56
9,2	1,43	0,35	10,36	10,36	7460,63	7459,55	268597,12	305843,43	-37246,31	58200,64
9,4	1,43	0,35	10,36	10,36	7460,63	7459,55	276057,75	313302,98	-37245,23	58201,72
9,6	1,43	0,35	10,36	10,36	7460,63	7459,55	283518,38	320762,54	-37244,15	58202,80
9,8	1,43	0,35	10,36	10,36	7460,63	7459,55	290979,02	328222,09	-37243,07	58203,88
10	1,43	0,35	10,36	10,36	7460,63	7459,55	298439,65	335681,64	-37241,99	58204,96
10,2	1,43	0,35	10,36	10,36	7460,63	7459,55	305900,28	343141,19	-37240,91	58206,04
10,4	1,43	0,35	10,36	10,36	7460,63	7459,55	313360,92	350600,75	-37239,83	58207,12
10,6	1,43	0,35	10,36	10,36	7460,63	7459,55	320821,55	358060,30	-37238,75	58208,20
10,8	1,43	0,35	10,36	0,00	7460,63	0,35	328282,18	358060,65	-29778,47	65668,48
11	1,43	0,35	10,36	0,00	7460,63	0,35	335742,82	358061,01	-22318,19	73128,76
11,2	1,43	0,35	10,36	0,00	7460,63	0,35	343203,45	358061,36	-14857,91	80589,04
11,4	1,43	0,35	10,36	0,00	7460,63	0,35	350664,08	358061,71	-7397,63	88049,32
11,6	1,43	0,35	10,36	0,00	7460,63	0,35	358124,71	358062,06	62,65	95509,60
11,8	1,43	0,35	0,00	10,36	1,43	7459,55	358126,15	365521,62	-7395,47	88051,48
12	1,43	0,35	0,00	10,36	1,43	7459,55	358127,58	372981,17	-14853,59	80593,36
12,2	1,43	0,35	0,00	10,36	1,43	7459,55	358129,01	380440,72	-22311,71	73135,24
12,4	1,43	0,35	0,00	10,36	1,43	7459,55	358130,45	387900,28	-29769,83	65677,12
12,6	1,43	0,35	0,00	10,36	1,43	7459,55	358131,88	395359,83	-37227,95	58219,00
12,8	1,43	0,35	10,36	10,36	7460,63	7459,55	365592,51	402819,38	-37226,87	58220,08
13	1,43	0,35	10,36	10,36	7460,63	7459,55	373053,15	410278,93	-37225,79	58221,16
13,2	1,43	0,35	10,36	10,36	7460,63	7459,55	380513,78	417738,49	-37224,71	58222,24

Tabel 4. Perhitungan Mass Curve KTH Siman Harian pada Bulan Mei (Lanjutan)

Jam Ke	Presipitasi Rata-rata (Inflow)	Evaporasi (Outflow)	Q.in	Q.out	Vol. Inflow	V.Outflow	V.In. Kum.	V.Out. Kum.	V. In. Kum - V. Out. Kum	Volume Akhir
	m ³	m ³	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
13,4	1,43	0,35	10,36	10,36	7460,63	7459,55	387974,41	425198,04	-37223,63	58223,32
13,6	1,43	0,35	10,36	10,36	7460,63	7459,55	395435,04	432657,59	-37222,55	58224,40
13,8	1,43	0,35	10,36	10,36	7460,63	7459,55	402895,68	440117,15	-37221,47	58225,48
14	1,43	0,35	10,36	10,36	7460,63	7459,55	410356,31	447576,70	-37220,39	58226,56
14,2	1,43	0,35	10,36	10,36	7460,63	7459,55	417816,94	455036,25	-37219,31	58227,64
14,4	1,43	0,35	10,36	10,36	7460,63	7459,55	425277,58	462495,80	-37218,23	58228,72
14,6	1,43	0,35	10,36	10,36	7460,63	7459,55	432738,21	469955,36	-37217,15	58229,80
14,8	1,43	0,35	10,36	10,36	7460,63	7459,55	440198,84	477414,91	-37216,07	58230,88
15	1,43	0,35	10,36	10,36	7460,63	7459,55	447659,48	484874,46	-37214,99	58231,96
15,2	1,43	0,35	10,36	10,36	7460,63	7459,55	455120,11	492334,02	-37213,91	58233,04
15,4	1,43	0,35	10,36	10,36	7460,63	7459,55	462580,74	499793,57	-37212,83	58234,12
15,6	1,43	0,35	10,36	10,36	7460,63	7459,55	470041,37	507253,12	-37211,75	58235,20
15,8	1,43	0,35	10,36	10,36	7460,63	7459,55	477502,01	514712,67	-37210,67	58236,28
16	1,43	0,35	10,36	10,36	7460,63	7459,55	484962,64	522172,23	-37209,59	58237,36
16,2	1,43	0,35	10,36	10,36	7460,63	7459,55	492423,27	529631,78	-37208,51	58238,44
16,4	1,43	0,35	10,36	10,36	7460,63	7459,55	499883,91	537091,33	-37207,43	58239,52
16,6	1,43	0,35	10,36	0,00	7460,63	0,35	507344,54	537091,69	-29747,15	65699,80
16,8	1,43	0,35	10,36	0,00	7460,63	0,35	514805,17	537092,04	-22286,87	73160,08
17	1,43	0,35	10,36	0,00	7460,63	0,35	522265,81	537092,39	-14826,59	80620,36
17,2	1,43	0,35	10,36	0,00	7460,63	0,35	529726,44	537092,74	-7366,31	88080,64
17,4	1,43	0,35	10,36	0,00	7460,63	0,35	537187,07	537093,10	93,97	95540,92
17,6	1,43	0,35	0,00	10,36	1,43	7459,55	537188,50	544552,65	-7364,15	88082,80
17,8	1,43	0,35	0,00	10,36	1,43	7459,55	537189,94	552012,20	-14822,27	80624,68
18	1,43	0,35	0,00	10,36	1,43	7459,55	537191,37	559471,76	-22280,39	73166,56
18,2	1,43	0,35	0,00	10,36	1,43	7459,55	537192,80	566931,31	-29738,50	65708,45
18,4	1,43	0,35	0,00	10,36	1,43	7459,55	537194,24	574390,86	-37196,62	58250,33
18,6	1,43	0,35	10,36	10,36	7460,63	7459,55	544654,87	581850,41	-37195,54	58251,41
18,8	1,43	0,35	10,36	10,36	7460,63	7459,55	552115,50	589309,97	-37194,46	58252,49
19	1,43	0,35	10,36	10,36	7460,63	7459,55	559576,14	596769,52	-37193,38	58253,57
19,2	1,43	0,35	10,36	10,36	7460,63	7459,55	567036,77	604229,07	-37192,30	58254,65
19,4	1,43	0,35	10,36	10,36	7460,63	7459,55	574497,40	611688,62	-37191,22	58255,73
19,6	1,43	0,35	10,36	10,36	7460,63	7459,55	581958,03	619148,18	-37190,14	58256,81
19,8	1,43	0,35	10,36	10,36	7460,63	7459,55	589418,67	626607,73	-37189,06	58257,89
20	1,43	0,35	10,36	10,36	7460,63	7459,55	596879,30	634067,28	-37187,98	58258,97
20,2	1,43	0,35	10,36	10,36	7460,63	7459,55	604339,93	641526,84	-37186,90	58260,05

Tabel 4. Perhitungan Mass Curve KTH Siman Harian pada Bulan Mei (Lanjutan)

Jam Ke	Presipitasi Rata-rata (Inflow)	Evaporasi (Outflow)	Q.in	Q.out	Vol. Inflow	V.Outflow	V.In. Kum.	V.Out. Kum.	V. In. Kum - V. Out. Kum	Volume Akhir
	m ³	m ³	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
20,4	1,43	0,35	10,36	10,36	7460,63	7459,55	611800,57	648986,39	-37185,82	58261,13
20,6	1,43	0,35	10,36	10,36	7460,63	7459,55	619261,20	656445,94	-37184,74	58262,21
20,8	1,43	0,35	10,36	10,36	7460,63	7459,55	626721,83	663905,49	-37183,66	58263,29
21	1,43	0,35	10,36	10,36	7460,63	7459,55	634182,47	671365,05	-37182,58	58264,37
21,2	1,43	0,35	10,36	10,36	7460,63	7459,55	641643,10	678824,60	-37181,50	58265,45
21,4	1,43	0,35	10,36	10,36	7460,63	7459,55	649103,73	686284,15	-37180,42	58266,53
21,6	1,43	0,35	10,36	10,36	7460,63	7459,55	656564,36	693743,71	-37179,34	58267,61
21,8	1,43	0,35	10,36	10,36	7460,63	7459,55	664025,00	701203,26	-37178,26	58268,69
22	1,43	0,35	10,36	10,36	7460,63	7459,55	671485,63	708662,81	-37177,18	58269,77
22,2	1,43	0,35	10,36	10,36	7460,63	7459,55	678946,26	716122,36	-37176,10	58270,85
22,4	1,43	0,35	10,36	0,00	7460,63	0,35	686406,90	716122,72	-29715,82	65731,13
22,6	1,43	0,35	10,36	0,00	7460,63	0,35	693867,53	716123,07	-22255,54	73191,41
22,8	1,43	0,35	10,36	0,00	7460,63	0,35	701328,16	716123,42	-14795,26	80651,69
23	1,43	0,35	10,36	0,00	7460,63	0,35	708788,80	716123,78	-7334,98	88111,97
23,2	1,43	0,35	10,36	0,00	7460,63	0,35	716249,43	716124,13	125,30	95572,25
23,4	1,43	0,35	0,00	0,00	1,43	0,35	716250,86	716124,48	126,38	95573,33
23,6	1,43	0,35	0,00	0,00	1,43	0,35	716252,29	716124,83	127,46	95574,41
23,8	1,43	0,35	0,00	0,00	1,43	0,35	716253,73	716125,19	128,54	95575,49
24	1,43	0,35	0,00	0,00	1,43	0,35	716255,16	716125,54	129,62	95576,57

Tabel 5. Perhitungan Mass Curve KTH Siman Harian pada Bulan Juni

Jam Ke	Presipitasi Rata-rata (Inflow)	Evaporasi (Outflow)	Q.in	Q.out	Vol. Inflow	V.Outflow	V.In. Kum.	V.Out. Kum.	V. In. Kum - V. Out. Kum	Volume Akhir
	m ³	m ³	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	95576,57
0,2	0,77	0,34	0,00	10,70	0,77	7704,34	0,77	7704,34	-7703,58	87872,99
0,4	0,77	0,34	0,00	10,70	0,77	7704,34	1,53	15408,68	-15407,15	80169,42
0,6	0,77	0,34	0,00	10,70	0,77	7704,34	2,30	23113,03	-23110,73	72465,84
0,8	0,77	0,34	0,00	10,70	0,77	7704,34	3,07	30817,37	-30814,30	64762,27
1	0,77	0,34	0,00	10,70	0,77	7704,34	3,84	38521,71	-38517,88	57058,69
1,2	0,77	0,34	10,70	10,70	7704,77	7704,34	7708,60	46226,05	-38517,45	57059,12
1,4	0,77	0,34	10,70	10,70	7704,77	7704,34	15413,37	53930,40	-38517,03	57059,54
1,6	0,77	0,34	10,70	10,70	7704,77	7704,34	23118,14	61634,74	-38516,60	57059,97
1,8	0,77	0,34	10,70	10,70	7704,77	7704,34	30822,90	69339,08	-38516,18	57060,39
2	0,77	0,34	10,70	10,70	7704,77	7704,34	38527,67	77043,42	-38515,75	57060,82
2,2	0,77	0,34	10,70	10,70	7704,77	7704,34	46232,44	84747,76	-38515,33	57061,24
2,4	0,77	0,34	10,70	10,70	7704,77	7704,34	53937,20	92452,11	-38514,90	57061,67
2,6	0,77	0,34	10,70	10,70	7704,77	7704,34	61641,97	100156,45	-38514,48	57062,09
2,8	0,77	0,34	10,70	10,70	7704,77	7704,34	69346,74	107860,79	-38514,05	57062,52
3	0,77	0,34	10,70	10,70	7704,77	7704,34	77051,51	115565,13	-38513,63	57062,94
3,2	0,77	0,34	10,70	10,70	7704,77	7704,34	84756,27	123269,47	-38513,20	57063,37
3,4	0,77	0,34	10,70	10,70	7704,77	7704,34	92461,04	130973,82	-38512,78	57063,79
3,6	0,77	0,34	10,70	10,70	7704,77	7704,34	100165,81	138678,16	-38512,35	57064,22
3,8	0,77	0,34	10,70	10,70	7704,77	7704,34	107870,57	146382,50	-38511,93	57064,64
4	0,77	0,34	10,70	10,70	7704,77	7704,34	115575,34	154086,84	-38511,50	57065,07
4,2	0,77	0,34	10,70	10,70	7704,77	7704,34	123280,11	161791,19	-38511,08	57065,49
4,4	0,77	0,34	10,70	10,70	7704,77	7704,34	130984,87	169495,53	-38510,65	57065,92
4,6	0,77	0,34	10,70	10,70	7704,77	7704,34	138689,64	177199,87	-38510,23	57066,34
4,8	0,77	0,34	10,70	10,70	7704,77	7704,34	146394,41	184904,21	-38509,80	57066,77
5	0,77	0,34	10,70	0,00	7704,77	0,34	154099,18	184904,55	-30805,38	64771,19
5,2	0,77	0,34	10,70	0,00	7704,77	0,34	161803,94	184904,90	-23100,95	72475,62
5,4	0,77	0,34	10,70	0,00	7704,77	0,34	169508,71	184905,24	-15396,53	80180,04
5,6	0,77	0,34	10,70	0,00	7704,77	0,34	177213,48	184905,58	-7692,10	87884,47
5,8	0,77	0,34	10,70	0,00	7704,77	0,34	184918,24	184905,92	12,32	95588,89
6	0,77	0,34	0,00	10,70	0,77	7704,34	184919,01	192610,27	-7691,26	87885,31
6,2	0,77	0,34	0,00	10,70	0,77	7704,34	184919,78	200314,61	-15394,83	80181,74
6,4	0,77	0,34	0,00	10,70	0,77	7704,34	184920,54	208018,95	-23098,41	72478,16

Tabel 5. Perhitungan Mass Curve KTH Siman Harian pada Bulan Juni (Lanjutan)

Jam Ke	Presipitasi Rata-rata (Inflow)	Evaporasi (Outflow)	Q.in	Q.out	Vol. Inflow	V.Outflow	V.In. Kum.	V.Out. Kum.	V. In. Kum - V. Out. Kum	Volume Akhir
	m ³	m ³	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
6,6	0,77	0,34	0,00	10,70	0,77	7704,34	184921,31	215723,29	-30801,98	64774,59
6,8	0,77	0,34	0,00	10,70	0,77	7704,34	184922,08	223427,63	-38505,56	57071,01
7	0,77	0,34	10,70	10,70	7704,77	7704,34	192626,85	231131,98	-38505,13	57071,44
7,2	0,77	0,34	10,70	10,70	7704,77	7704,34	200331,61	238836,32	-38504,71	57071,86
7,4	0,77	0,34	10,70	10,70	7704,77	7704,34	208036,38	246540,66	-38504,28	57072,29
7,6	0,77	0,34	10,70	10,70	7704,77	7704,34	215741,15	254245,00	-38503,86	57072,71
7,8	0,77	0,34	10,70	10,70	7704,77	7704,34	223445,91	261949,34	-38503,43	57073,14
8	0,77	0,34	10,70	10,70	7704,77	7704,34	231150,68	269653,69	-38503,01	57073,56
8,2	0,77	0,34	10,70	10,70	7704,77	7704,34	238855,45	277358,03	-38502,58	57073,99
8,4	0,77	0,34	10,70	10,70	7704,77	7704,34	246560,21	285062,37	-38502,16	57074,41
8,6	0,77	0,34	10,70	10,70	7704,77	7704,34	254264,98	292766,71	-38501,73	57074,84
8,8	0,77	0,34	10,70	10,70	7704,77	7704,34	261969,75	300471,06	-38501,31	57075,26
9	0,77	0,34	10,70	10,70	7704,77	7704,34	269674,52	308175,40	-38500,88	57075,69
9,2	0,77	0,34	10,70	10,70	7704,77	7704,34	277379,28	315879,74	-38500,46	57076,11
9,4	0,77	0,34	10,70	10,70	7704,77	7704,34	285084,05	323584,08	-38500,03	57076,54
9,6	0,77	0,34	10,70	10,70	7704,77	7704,34	292788,82	331288,42	-38499,61	57076,96
9,8	0,77	0,34	10,70	10,70	7704,77	7704,34	300493,58	338992,77	-38499,18	57077,39
10	0,77	0,34	10,70	10,70	7704,77	7704,34	308198,35	346697,11	-38498,76	57077,81
10,2	0,77	0,34	10,70	10,70	7704,77	7704,34	315903,12	354401,45	-38498,33	57078,24
10,4	0,77	0,34	10,70	10,70	7704,77	7704,34	323607,88	362105,79	-38497,91	57078,66
10,6	0,77	0,34	10,70	10,70	7704,77	7704,34	331312,65	369810,13	-38497,48	57079,09
10,8	0,77	0,34	10,70	0,00	7704,77	0,34	339017,42	369810,48	-30793,06	64783,51
11	0,77	0,34	10,70	0,00	7704,77	0,34	346722,19	369810,82	-23088,63	72487,94
11,2	0,77	0,34	10,70	0,00	7704,77	0,34	354426,95	369811,16	-15384,21	80192,36
11,4	0,77	0,34	10,70	0,00	7704,77	0,34	362131,72	369811,50	-7679,78	87896,79
11,6	0,77	0,34	10,70	0,00	7704,77	0,34	369836,49	369811,85	24,64	95601,21
11,8	0,77	0,34	0,00	10,70	0,77	7704,34	369837,25	377516,19	-7678,93	87897,64
12	0,77	0,34	0,00	10,70	0,77	7704,34	369838,02	385220,53	-15382,51	80194,06
12,2	0,77	0,34	0,00	10,70	0,77	7704,34	369838,79	392924,87	-23086,09	72490,48
12,4	0,77	0,34	0,00	10,70	0,77	7704,34	369839,55	400629,21	-30789,66	64786,91
12,6	0,77	0,34	0,00	10,70	0,77	7704,34	369840,32	408333,56	-38493,24	57083,33
12,8	0,77	0,34	10,70	10,70	7704,77	7704,34	377545,09	416037,90	-38492,81	57083,76
13	0,77	0,34	10,70	10,70	7704,77	7704,34	385249,86	423742,24	-38492,39	57084,18
13,2	0,77	0,34	10,70	10,70	7704,77	7704,34	392954,62	431446,58	-38491,96	57084,61

Tabel 5. Perhitungan Mass Curve KTH Siman Harian pada Bulan Juni (Lanjutan)

Jam Ke	Presipitasi Rata-rata (Inflow)	Evaporasi (Outflow)	Q.in	Q.out	Vol. Inflow	V.Outflow	V.In. Kum.	V.Out. Kum.	V. In. Kum - V. Out. Kum	Volume Akhir
	m ³	m ³	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
13,4	0,77	0,34	10,70	10,70	7704,77	7704,34	400659,39	439150,93	-38491,54	57085,03
13,6	0,77	0,34	10,70	10,70	7704,77	7704,34	408364,16	446855,27	-38491,11	57085,46
13,8	0,77	0,34	10,70	10,70	7704,77	7704,34	416068,92	454559,61	-38490,69	57085,88
14	0,77	0,34	10,70	10,70	7704,77	7704,34	423773,69	462263,95	-38490,26	57086,31
14,2	0,77	0,34	10,70	10,70	7704,77	7704,34	431478,46	469968,29	-38489,84	57086,73
14,4	0,77	0,34	10,70	10,70	7704,77	7704,34	439183,22	477672,64	-38489,41	57087,16
14,6	0,77	0,34	10,70	10,70	7704,77	7704,34	446887,99	485376,98	-38488,99	57087,58
14,8	0,77	0,34	10,70	10,70	7704,77	7704,34	454592,76	493081,32	-38488,56	57088,01
15	0,77	0,34	10,70	10,70	7704,77	7704,34	462297,53	500785,66	-38488,14	57088,43
15,2	0,77	0,34	10,70	10,70	7704,77	7704,34	470002,29	508490,00	-38487,71	57088,86
15,4	0,77	0,34	10,70	10,70	7704,77	7704,34	477707,06	516194,35	-38487,29	57089,28
15,6	0,77	0,34	10,70	10,70	7704,77	7704,34	485411,83	523898,69	-38486,86	57089,71
15,8	0,77	0,34	10,70	10,70	7704,77	7704,34	493116,59	531603,03	-38486,44	57090,13
16	0,77	0,34	10,70	10,70	7704,77	7704,34	500821,36	539307,37	-38486,01	57090,56
16,2	0,77	0,34	10,70	10,70	7704,77	7704,34	508526,13	547011,72	-38485,59	57090,98
16,4	0,77	0,34	10,70	10,70	7704,77	7704,34	516230,89	554716,06	-38485,16	57091,41
16,6	0,77	0,34	10,70	0,00	7704,77	0,34	523935,66	554716,40	-30780,74	64795,83
16,8	0,77	0,34	10,70	0,00	7704,77	0,34	531640,43	554716,74	-23076,31	72500,26
17	0,77	0,34	10,70	0,00	7704,77	0,34	539345,20	554717,08	-15371,89	80204,68
17,2	0,77	0,34	10,70	0,00	7704,77	0,34	547049,96	554717,43	-7667,46	87909,11
17,4	0,77	0,34	10,70	0,00	7704,77	0,34	554754,73	554717,77	36,96	95613,53
17,6	0,77	0,34	0,00	10,70	0,77	7704,34	554755,50	562422,11	-7666,61	87909,96
17,8	0,77	0,34	0,00	10,70	0,77	7704,34	554756,26	570126,45	-15370,19	80206,38
18	0,77	0,34	0,00	10,70	0,77	7704,34	554757,03	577830,80	-23073,76	72502,80
18,2	0,77	0,34	0,00	10,70	0,77	7704,34	554757,80	585535,14	-30777,34	64799,23
18,4	0,77	0,34	0,00	10,70	0,77	7704,34	554758,56	593239,48	-38480,92	57095,65
18,6	0,77	0,34	10,70	10,70	7704,77	7704,34	562463,33	600943,82	-38480,49	57096,08
18,8	0,77	0,34	10,70	10,70	7704,77	7704,34	570168,10	608648,16	-38480,07	57096,50
19	0,77	0,34	10,70	10,70	7704,77	7704,34	577872,87	616352,51	-38479,64	57096,93
19,2	0,77	0,34	10,70	10,70	7704,77	7704,34	585577,63	624056,85	-38479,22	57097,35
19,4	0,77	0,34	10,70	10,70	7704,77	7704,34	593282,40	631761,19	-38478,79	57097,78
19,6	0,77	0,34	10,70	10,70	7704,77	7704,34	600987,17	639465,53	-38478,37	57098,20
19,8	0,77	0,34	10,70	10,70	7704,77	7704,34	608691,93	647169,87	-38477,94	57098,63
20	0,77	0,34	10,70	10,70	7704,77	7704,34	616396,70	654874,22	-38477,52	57099,05
20,2	0,77	0,34	10,70	10,70	7704,77	7704,34	624101,47	662578,56	-38477,09	57099,48

Tabel 5. Perhitungan Mass Curve KTH Siman Harian pada Bulan Juni (Lanjutan)

Jam Ke	Presipitasi Rata-rata (Inflow)	Evaporasi (Outflow)	Q.in	Q.out	Vol. Inflow	V.Outflow	V.In. Kum.	V.Out. Kum.	V. In. Kum - V. Out. Kum	Volume Akhir
	m ³	m ³	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
20,4	0,77	0,34	10,70	10,70	7704,77	7704,34	631806,23	670282,90	-38476,67	57099,90
20,6	0,77	0,34	10,70	10,70	7704,77	7704,34	639511,00	677987,24	-38476,24	57100,33
20,8	0,77	0,34	10,70	10,70	7704,77	7704,34	647215,77	685691,59	-38475,82	57100,75
21	0,77	0,34	10,70	10,70	7704,77	7704,34	654920,54	693395,93	-38475,39	57101,18
21,2	0,77	0,34	10,70	10,70	7704,77	7704,34	662625,30	701100,27	-38474,97	57101,60
21,4	0,77	0,34	10,70	10,70	7704,77	7704,34	670330,07	708804,61	-38474,54	57102,03
21,6	0,77	0,34	10,70	10,70	7704,77	7704,34	678034,84	716508,95	-38474,12	57102,45
21,8	0,77	0,34	10,70	10,70	7704,77	7704,34	685739,60	724213,30	-38473,69	57102,88
22	0,77	0,34	10,70	10,70	7704,77	7704,34	693444,37	731917,64	-38473,27	57103,30
22,2	0,77	0,34	10,70	10,70	7704,77	7704,34	701149,14	739621,98	-38472,84	57103,73
22,4	0,77	0,34	10,70	0,00	7704,77	0,34	708853,90	739622,32	-30768,42	64808,15
22,6	0,77	0,34	10,70	0,00	7704,77	0,34	716558,67	739622,66	-23063,99	72512,58
22,8	0,77	0,34	10,70	0,00	7704,77	0,34	724263,44	739623,01	-15359,57	80217,00
23	0,77	0,34	10,70	0,00	7704,77	0,34	731968,21	739623,35	-7655,14	87921,43
23,2	0,77	0,34	10,70	0,00	7704,77	0,34	739672,97	739623,69	49,28	95625,85
23,4	0,77	0,34	0,00	0,00	0,77	0,34	739673,74	739624,03	49,71	95626,28
23,6	0,77	0,34	0,00	0,00	0,77	0,34	739674,51	739624,38	50,13	95626,70
23,8	0,77	0,34	0,00	0,00	0,77	0,34	739675,27	739624,72	50,56	95627,13
24	0,77	0,34	0,00	0,00	0,77	0,34	739676,04	739625,06	50,98	95627,55

Tabel 6. Perhitungan Mass Curve KTH Siman Harian pada Bulan Juli

Jam Ke	Presipitasi Rata-rata (Inflow)	Evaporasi (Outflow)	Q.in	Q.out	Vol. Inflow	V.Outflow	V.In. Kum.	V.Out. Kum.	V. In. Kum - V. Out. Kum	Volume Akhir
	m ³	m ³	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	95627,55
0,2	0,23	0,37	0,00	10,35	0,23	7452,37	0,23	7452,37	-7452,14	88175,41
0,4	0,23	0,37	0,00	10,35	0,23	7452,37	0,47	14904,75	-14904,28	80723,27
0,6	0,23	0,37	0,00	10,35	0,23	7452,37	0,70	22357,12	-22356,42	73271,13
0,8	0,23	0,37	0,00	10,35	0,23	7452,37	0,93	29809,50	-29808,56	65818,99
1	0,23	0,37	0,00	10,35	0,23	7452,37	1,17	37261,87	-37260,71	58366,84
1,2	0,23	0,37	10,35	10,35	7452,23	7452,37	7453,40	44714,24	-37260,85	58366,70
1,4	0,23	0,37	10,35	10,35	7452,23	7452,37	14905,63	52166,62	-37260,99	58366,56
1,6	0,23	0,37	10,35	10,35	7452,23	7452,37	22357,86	59618,99	-37261,13	58366,42
1,8	0,23	0,37	10,35	10,35	7452,23	7452,37	29810,10	67071,37	-37261,27	58366,28
2	0,23	0,37	10,35	10,35	7452,23	7452,37	37262,33	74523,74	-37261,41	58366,14
2,2	0,23	0,37	10,35	10,35	7452,23	7452,37	44714,56	81976,11	-37261,55	58366,00
2,4	0,23	0,37	10,35	10,35	7452,23	7452,37	52166,80	89428,49	-37261,69	58365,86
2,6	0,23	0,37	10,35	10,35	7452,23	7452,37	59619,03	96880,86	-37261,83	58365,72
2,8	0,23	0,37	10,35	10,35	7452,23	7452,37	67071,26	104333,24	-37261,98	58365,57
3	0,23	0,37	10,35	10,35	7452,23	7452,37	74523,50	111785,61	-37262,12	58365,43
3,2	0,23	0,37	10,35	10,35	7452,23	7452,37	81975,73	119237,99	-37262,26	58365,29
3,4	0,23	0,37	10,35	10,35	7452,23	7452,37	89427,96	126690,36	-37262,40	58365,15
3,6	0,23	0,37	10,35	10,35	7452,23	7452,37	96880,19	134142,73	-37262,54	58365,01
3,8	0,23	0,37	10,35	10,35	7452,23	7452,37	104332,43	141595,11	-37262,68	58364,87
4	0,23	0,37	10,35	10,35	7452,23	7452,37	111784,66	149047,48	-37262,82	58364,73
4,2	0,23	0,37	10,35	10,35	7452,23	7452,37	119236,89	156499,86	-37262,96	58364,59
4,4	0,23	0,37	10,35	10,35	7452,23	7452,37	126689,13	163952,23	-37263,10	58364,45
4,6	0,23	0,37	10,35	10,35	7452,23	7452,37	134141,36	171404,60	-37263,24	58364,31
4,8	0,23	0,37	10,35	10,35	7452,23	7452,37	141593,59	178856,98	-37263,39	58364,16
5	0,23	0,37	10,35	0,00	7452,23	0,37	149045,83	178857,35	-29811,53	65816,02
5,2	0,23	0,37	10,35	0,00	7452,23	0,37	156498,06	178857,73	-22359,67	73267,88
5,4	0,23	0,37	10,35	0,00	7452,23	0,37	163950,29	178858,10	-14907,81	80719,74
5,6	0,23	0,37	10,35	0,00	7452,23	0,37	171402,52	178858,47	-7455,95	88171,60
5,8	0,23	0,37	10,35	0,00	7452,23	0,37	178854,76	178858,85	-4,09	95623,46
6	0,23	0,37	0,00	10,35	0,23	7452,37	178854,99	186311,22	-7456,23	88171,32
6,2	0,23	0,37	0,00	10,35	0,23	7452,37	178855,22	193763,60	-14908,37	80719,18
6,4	0,23	0,37	0,00	10,35	0,23	7452,37	178855,46	201215,97	-22360,51	73267,04

Tabel 6. Perhitungan Mass Curve KTH Siman Harian pada Bulan Juli (Lanjutan)

Jam Ke	Presipitasi Rata-rata (Inflow)	Evaporasi (Outflow)	Q.in	Q.out	Vol. Inflow	V.Outflow	V.In. Kum.	V.Out. Kum.	V. In. Kum - V. Out. Kum	Volume Akhir
	m ³	m ³	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
6,6	0,23	0,37	0,00	10,35	0,23	7452,37	178855,69	208668,34	-29812,66	65814,89
6,8	0,23	0,37	0,00	10,35	0,23	7452,37	178855,92	216120,72	-37264,80	58362,75
7	0,23	0,37	10,35	10,35	7452,23	7452,37	186308,16	223573,09	-37264,94	58362,61
7,2	0,23	0,37	10,35	10,35	7452,23	7452,37	193760,39	231025,47	-37265,08	58362,47
7,4	0,23	0,37	10,35	10,35	7452,23	7452,37	201212,62	238477,84	-37265,22	58362,33
7,6	0,23	0,37	10,35	10,35	7452,23	7452,37	208664,85	245930,22	-37265,36	58362,19
7,8	0,23	0,37	10,35	10,35	7452,23	7452,37	216117,09	253382,59	-37265,50	58362,05
8	0,23	0,37	10,35	10,35	7452,23	7452,37	223569,32	260834,96	-37265,64	58361,91
8,2	0,23	0,37	10,35	10,35	7452,23	7452,37	231021,55	268287,34	-37265,78	58361,77
8,4	0,23	0,37	10,35	10,35	7452,23	7452,37	238473,79	275739,71	-37265,93	58361,62
8,6	0,23	0,37	10,35	10,35	7452,23	7452,37	245926,02	283192,09	-37266,07	58361,48
8,8	0,23	0,37	10,35	10,35	7452,23	7452,37	253378,25	290644,46	-37266,21	58361,34
9	0,23	0,37	10,35	10,35	7452,23	7452,37	260830,49	298096,83	-37266,35	58361,20
9,2	0,23	0,37	10,35	10,35	7452,23	7452,37	268282,72	305549,21	-37266,49	58361,06
9,4	0,23	0,37	10,35	10,35	7452,23	7452,37	275734,95	313001,58	-37266,63	58360,92
9,6	0,23	0,37	10,35	10,35	7452,23	7452,37	283187,18	320453,96	-37266,77	58360,78
9,8	0,23	0,37	10,35	10,35	7452,23	7452,37	290639,42	327906,33	-37266,91	58360,64
10	0,23	0,37	10,35	10,35	7452,23	7452,37	298091,65	335358,70	-37267,05	58360,50
10,2	0,23	0,37	10,35	10,35	7452,23	7452,37	305543,88	342811,08	-37267,20	58360,35
10,4	0,23	0,37	10,35	10,35	7452,23	7452,37	312996,12	350263,45	-37267,34	58360,21
10,6	0,23	0,37	10,35	10,35	7452,23	7452,37	320448,35	357715,83	-37267,48	58360,07
10,8	0,23	0,37	10,35	0,00	7452,23	0,37	327900,58	357716,20	-29815,62	65811,93
11	0,23	0,37	10,35	0,00	7452,23	0,37	335352,82	357716,57	-22363,76	73263,79
11,2	0,23	0,37	10,35	0,00	7452,23	0,37	342805,05	357716,95	-14911,90	80715,65
11,4	0,23	0,37	10,35	0,00	7452,23	0,37	350257,28	357717,32	-7460,04	88167,51
11,6	0,23	0,37	10,35	0,00	7452,23	0,37	357709,51	357717,70	-8,18	95619,37
11,8	0,23	0,37	0,00	10,35	0,23	7452,37	357709,75	365170,07	-7460,32	88167,23
12	0,23	0,37	0,00	10,35	0,23	7452,37	357709,98	372622,45	-14912,46	80715,08
12,2	0,23	0,37	0,00	10,35	0,23	7452,37	357710,21	380074,82	-22364,61	73262,94
12,4	0,23	0,37	0,00	10,35	0,23	7452,37	357710,45	387527,19	-29816,75	65810,80
12,6	0,23	0,37	0,00	10,35	0,23	7452,37	357710,68	394979,57	-37268,89	58358,66
12,8	0,23	0,37	10,35	10,35	7452,23	7452,37	365162,91	402431,94	-37269,03	58358,52
13	0,23	0,37	10,35	10,35	7452,23	7452,37	372615,15	409884,32	-37269,17	58358,38
13,2	0,23	0,37	10,35	10,35	7452,23	7452,37	380067,38	417336,69	-37269,31	58358,24

Tabel 6. Perhitungan Mass Curve KTH Siman Harian pada Bulan Juli (Lanjutan)

Jam Ke	Presipitasi Rata-rata (Inflow)	Evaporasi (Outflow)	Q.in	Q.out	Vol. Inflow	V.Outflow	V.In. Kum.	V.Out. Kum.	V. In. Kum - V. Out. Kum	Volume Akhir
	m ³	m ³	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
13,4	0,23	0,37	10,35	10,35	7452,23	7452,37	387519,61	424789,06	-37269,45	58358,10
13,6	0,23	0,37	10,35	10,35	7452,23	7452,37	394971,84	432241,44	-37269,59	58357,96
13,8	0,23	0,37	10,35	10,35	7452,23	7452,37	402424,08	439693,81	-37269,73	58357,82
14	0,23	0,37	10,35	10,35	7452,23	7452,37	409876,31	447146,19	-37269,88	58357,67
14,2	0,23	0,37	10,35	10,35	7452,23	7452,37	417328,54	454598,56	-37270,02	58357,53
14,4	0,23	0,37	10,35	10,35	7452,23	7452,37	424780,78	462050,93	-37270,16	58357,39
14,6	0,23	0,37	10,35	10,35	7452,23	7452,37	432233,01	469503,31	-37270,30	58357,25
14,8	0,23	0,37	10,35	10,35	7452,23	7452,37	439685,24	476955,68	-37270,44	58357,11
15	0,23	0,37	10,35	10,35	7452,23	7452,37	447137,48	484408,06	-37270,58	58356,97
15,2	0,23	0,37	10,35	10,35	7452,23	7452,37	454589,71	491860,43	-37270,72	58356,83
15,4	0,23	0,37	10,35	10,35	7452,23	7452,37	462041,94	499312,80	-37270,86	58356,69
15,6	0,23	0,37	10,35	10,35	7452,23	7452,37	469494,17	506765,18	-37271,00	58356,55
15,8	0,23	0,37	10,35	10,35	7452,23	7452,37	476946,41	514217,55	-37271,15	58356,40
16	0,23	0,37	10,35	10,35	7452,23	7452,37	484398,64	521669,93	-37271,29	58356,26
16,2	0,23	0,37	10,35	10,35	7452,23	7452,37	491850,87	529122,30	-37271,43	58356,12
16,4	0,23	0,37	10,35	10,35	7452,23	7452,37	499303,11	536574,67	-37271,57	58355,98
16,6	0,23	0,37	10,35	0,00	7452,23	0,37	506755,34	536575,05	-29819,71	65807,84
16,8	0,23	0,37	10,35	0,00	7452,23	0,37	514207,57	536575,42	-22367,85	73259,70
17	0,23	0,37	10,35	0,00	7452,23	0,37	521659,81	536575,80	-14915,99	80711,56
17,2	0,23	0,37	10,35	0,00	7452,23	0,37	529112,04	536576,17	-7464,13	88163,42
17,4	0,23	0,37	10,35	0,00	7452,23	0,37	536564,27	536576,55	-12,27	95615,28
17,6	0,23	0,37	0,00	10,35	0,23	7452,37	536564,50	544028,92	-7464,42	88163,13
17,8	0,23	0,37	0,00	10,35	0,23	7452,37	536564,74	551481,29	-14916,56	80710,99
18	0,23	0,37	0,00	10,35	0,23	7452,37	536564,97	558933,67	-22368,70	73258,85
18,2	0,23	0,37	0,00	10,35	0,23	7452,37	536565,20	566386,04	-29820,84	65806,71
18,4	0,23	0,37	0,00	10,35	0,23	7452,37	536565,44	573838,42	-37272,98	58354,57
18,6	0,23	0,37	10,35	10,35	7452,23	7452,37	544017,67	581290,79	-37273,12	58354,43
18,8	0,23	0,37	10,35	10,35	7452,23	7452,37	551469,90	588743,16	-37273,26	58354,29
19	0,23	0,37	10,35	10,35	7452,23	7452,37	558922,14	596195,54	-37273,40	58354,15
19,2	0,23	0,37	10,35	10,35	7452,23	7452,37	566374,37	603647,91	-37273,54	58354,01
19,4	0,23	0,37	10,35	10,35	7452,23	7452,37	573826,60	611100,29	-37273,69	58353,86
19,6	0,23	0,37	10,35	10,35	7452,23	7452,37	581278,83	618552,66	-37273,83	58353,72
19,8	0,23	0,37	10,35	10,35	7452,23	7452,37	588731,07	626005,03	-37273,97	58353,58
20	0,23	0,37	10,35	10,35	7452,23	7452,37	596183,30	633457,41	-37274,11	58353,44
20,2	0,23	0,37	10,35	10,35	7452,23	7452,37	603635,53	640909,78	-37274,25	58353,30

Tabel 6. Perhitungan Mass Curve KTH Siman Harian pada Bulan Juli (Lanjutan)

Jam Ke	Presipitasi Rata-rata (Inflow)	Evaporasi (Outflow)	Q.in	Q.out	Vol. Inflow	V.Outflow	V.In. Kum.	V.Out. Kum.	V. In. Kum - V. Out. Kum	Volume Akhir
	m ³	m ³	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
20,4	0,23	0,37	10,35	10,35	7452,23	7452,37	611087,77	648362,16	-37274,39	58353,16
20,6	0,23	0,37	10,35	10,35	7452,23	7452,37	618540,00	655814,53	-37274,53	58353,02
20,8	0,23	0,37	10,35	10,35	7452,23	7452,37	625992,23	663266,90	-37274,67	58352,88
21	0,23	0,37	10,35	10,35	7452,23	7452,37	633444,47	670719,28	-37274,81	58352,74
21,2	0,23	0,37	10,35	10,35	7452,23	7452,37	640896,70	678171,65	-37274,95	58352,60
21,4	0,23	0,37	10,35	10,35	7452,23	7452,37	648348,93	685624,03	-37275,10	58352,45
21,6	0,23	0,37	10,35	10,35	7452,23	7452,37	655801,16	693076,40	-37275,24	58352,31
21,8	0,23	0,37	10,35	10,35	7452,23	7452,37	663253,40	700528,78	-37275,38	58352,17
22	0,23	0,37	10,35	10,35	7452,23	7452,37	670705,63	707981,15	-37275,52	58352,03
22,2	0,23	0,37	10,35	10,35	7452,23	7452,37	678157,86	715433,52	-37275,66	58351,89
22,4	0,23	0,37	10,35	0,00	7452,23	0,37	685610,10	715433,90	-29823,80	65803,75
22,6	0,23	0,37	10,35	0,00	7452,23	0,37	693062,33	715434,27	-22371,94	73255,61
22,8	0,23	0,37	10,35	0,00	7452,23	0,37	700514,56	715434,65	-14920,08	80707,47
23	0,23	0,37	10,35	0,00	7452,23	0,37	707966,80	715435,02	-7468,22	88159,33
23,2	0,23	0,37	10,35	0,00	7452,23	0,37	715419,03	715435,39	-16,37	95611,18
23,4	0,23	0,37	0,00	0,00	0,23	0,37	715419,26	715435,77	-16,51	95611,04
23,6	0,23	0,37	0,00	0,00	0,23	0,37	715419,49	715436,14	-16,65	95610,90
23,8	0,23	0,37	0,00	0,00	0,23	0,37	715419,73	715436,52	-16,79	95610,76
24	0,23	0,37	0,00	0,00	0,23	0,37	715419,96	715436,89	-16,93	95610,62

Tabel 7. Perhitungan Mass Curve KTH Siman Harian pada Bulan Agustus

Jam Ke	Presipitasi Rata-rata (Inflow)	Evaporasi (Outflow)	Q.in	Q.out	Vol. Inflow	V.Outflow	V.In. Kum.	V.Out. Kum.	V. In. Kum - V. Out. Kum	Volume Akhir
	m ³	m ³	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0	0		0	0	0	0	0	0	0	95610,62
0,2	0,06	0,34	0,00	10,35	0,06	7452,34	0,06	7452,34	-7452,28	88158,34
0,4	0,06	0,34	0,00	10,35	0,06	7452,34	0,12	14904,68	-14904,57	80706,05
0,6	0,06	0,34	0,00	10,35	0,06	7452,34	0,17	22357,03	-22356,85	73253,77
0,8	0,06	0,34	0,00	10,35	0,06	7452,34	0,23	29809,37	-29809,14	65801,48
1	0,06	0,34	0,00	10,35	0,06	7452,34	0,29	37261,71	-37261,42	58349,20
1,2	0,06	0,34	10,35	10,35	7452,06	7452,34	7452,35	44714,05	-37261,71	58348,91
1,4	0,06	0,34	10,35	10,35	7452,06	7452,34	14904,41	52166,40	-37261,99	58348,63
1,6	0,06	0,34	10,35	10,35	7452,06	7452,34	22356,46	59618,74	-37262,27	58348,35
1,8	0,06	0,34	10,35	10,35	7452,06	7452,34	29808,52	67071,08	-37262,56	58348,06
2	0,06	0,34	10,35	10,35	7452,06	7452,34	37260,58	74523,42	-37262,84	58347,78
2,2	0,06	0,34	10,35	10,35	7452,06	7452,34	44712,64	81975,76	-37263,13	58347,49
2,4	0,06	0,34	10,35	10,35	7452,06	7452,34	52164,70	89428,11	-37263,41	58347,21
2,6	0,06	0,34	10,35	10,35	7452,06	7452,34	59616,75	96880,45	-37263,69	58346,93
2,8	0,06	0,34	10,35	10,35	7452,06	7452,34	67068,81	104332,79	-37263,98	58346,64
3	0,06	0,34	10,35	10,35	7452,06	7452,34	74520,87	111785,13	-37264,26	58346,36
3,2	0,06	0,34	10,35	10,35	7452,06	7452,34	81972,93	119237,47	-37264,55	58346,07
3,4	0,06	0,34	10,35	10,35	7452,06	7452,34	89424,99	126689,82	-37264,83	58345,79
3,6	0,06	0,34	10,35	10,35	7452,06	7452,34	96877,04	134142,16	-37265,12	58345,50
3,8	0,06	0,34	10,35	10,35	7452,06	7452,34	104329,10	141594,50	-37265,40	58345,22
4	0,06	0,34	10,35	10,35	7452,06	7452,34	111781,16	149046,84	-37265,68	58344,94
4,2	0,06	0,34	10,35	10,35	7452,06	7452,34	119233,22	156499,19	-37265,97	58344,65
4,4	0,06	0,34	10,35	10,35	7452,06	7452,34	126685,28	163951,53	-37266,25	58344,37
4,6	0,06	0,34	10,35	10,35	7452,06	7452,34	134137,33	171403,87	-37266,54	58344,08
4,8	0,06	0,34	10,35	10,35	7452,06	7452,34	141589,39	178856,21	-37266,82	58343,80
5	0,06	0,34	10,35	0,00	7452,06	0,34	149041,45	178856,55	-29815,10	65795,52
5,2	0,06	0,34	10,35	0,00	7452,06	0,34	156493,51	178856,90	-22363,39	73247,23
5,4	0,06	0,34	10,35	0,00	7452,06	0,34	163945,57	178857,24	-14911,67	80698,95
5,6	0,06	0,34	10,35	0,00	7452,06	0,34	171397,62	178857,58	-7459,96	88150,66
5,8	0,06	0,34	10,35	0,00	7452,06	0,34	178849,68	178857,92	-8,24	95602,38
6	0,06	0,34	0,00	10,35	0,06	7452,34	178849,74	186310,27	-7460,52	88150,09
6,2	0,06	0,34	0,00	10,35	0,06	7452,34	178849,80	193762,61	-14912,81	80697,81
6,4	0,06	0,34	0,00	10,35	0,06	7452,34	178849,86	201214,95	-22365,09	73245,53

Tabel 7. Perhitungan Mass Curve KTH Siman Harian pada Bulan Agustus (Lanjutan)

Jam Ke	Presipitasi Rata-rata (Inflow)	Evaporasi (Outflow)	Q.in	Q.out	Vol. Inflow	V.Outflow	V.In. Kum.	V.Out. Kum.	V. In. Kum - V. Out. Kum	Volume Akhir
	m ³	m ³	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
6,6	0,06	0,34	0,00	10,35	0,06	7452,34	178849,91	208667,29	-29817,38	65793,24
6,8	0,06	0,34	0,00	10,35	0,06	7452,34	178849,97	216119,63	-37269,66	58340,96
7	0,06	0,34	10,35	10,35	7452,06	7452,34	186302,03	223571,98	-37269,95	58340,67
7,2	0,06	0,34	10,35	10,35	7452,06	7452,34	193754,09	231024,32	-37270,23	58340,39
7,4	0,06	0,34	10,35	10,35	7452,06	7452,34	201206,15	238476,66	-37270,51	58340,11
7,6	0,06	0,34	10,35	10,35	7452,06	7452,34	208658,20	245929,00	-37270,80	58339,82
7,8	0,06	0,34	10,35	10,35	7452,06	7452,34	216110,26	253381,34	-37271,08	58339,54
8	0,06	0,34	10,35	10,35	7452,06	7452,34	223562,32	260833,69	-37271,37	58339,25
8,2	0,06	0,34	10,35	10,35	7452,06	7452,34	231014,38	268286,03	-37271,65	58338,97
8,4	0,06	0,34	10,35	10,35	7452,06	7452,34	238466,44	275738,37	-37271,94	58338,68
8,6	0,06	0,34	10,35	10,35	7452,06	7452,34	245918,49	283190,71	-37272,22	58338,40
8,8	0,06	0,34	10,35	10,35	7452,06	7452,34	253370,55	290643,06	-37272,50	58338,12
9	0,06	0,34	10,35	10,35	7452,06	7452,34	260822,61	298095,40	-37272,79	58337,83
9,2	0,06	0,34	10,35	10,35	7452,06	7452,34	268274,67	305547,74	-37273,07	58337,55
9,4	0,06	0,34	10,35	10,35	7452,06	7452,34	275726,73	313000,08	-37273,36	58337,26
9,6	0,06	0,34	10,35	10,35	7452,06	7452,34	283178,78	320452,42	-37273,64	58336,98
9,8	0,06	0,34	10,35	10,35	7452,06	7452,34	290630,84	327904,77	-37273,92	58336,70
10	0,06	0,34	10,35	10,35	7452,06	7452,34	298082,90	335357,11	-37274,21	58336,41
10,2	0,06	0,34	10,35	10,35	7452,06	7452,34	305534,96	342809,45	-37274,49	58336,13
10,4	0,06	0,34	10,35	10,35	7452,06	7452,34	312987,02	350261,79	-37274,78	58335,84
10,6	0,06	0,34	10,35	10,35	7452,06	7452,34	320439,07	357714,13	-37275,06	58335,56
10,8	0,06	0,34	10,35	0,00	7452,06	0,34	327891,13	357714,48	-29823,35	65787,27
11	0,06	0,34	10,35	0,00	7452,06	0,34	335343,19	357714,82	-22371,63	73238,99
11,2	0,06	0,34	10,35	0,00	7452,06	0,34	342795,25	357715,16	-14919,91	80690,71
11,4	0,06	0,34	10,35	0,00	7452,06	0,34	350247,31	357715,50	-7468,20	88142,42
11,6	0,06	0,34	10,35	0,00	7452,06	0,34	357699,36	357715,85	-16,48	95594,14
11,8	0,06	0,34	0,00	10,35	0,06	7452,34	357699,42	365168,19	-7468,77	88141,85
12	0,06	0,34	0,00	10,35	0,06	7452,34	357699,48	372620,53	-14921,05	80689,57
12,2	0,06	0,34	0,00	10,35	0,06	7452,34	357699,54	380072,87	-22373,33	73237,29
12,4	0,06	0,34	0,00	10,35	0,06	7452,34	357699,60	387525,21	-29825,62	65785,00
12,6	0,06	0,34	0,00	10,35	0,06	7452,34	357699,65	394977,56	-37277,90	58332,72
12,8	0,06	0,34	10,35	10,35	7452,06	7452,34	365151,71	402429,90	-37278,19	58332,43
13	0,06	0,34	10,35	10,35	7452,06	7452,34	372603,77	409882,24	-37278,47	58332,15
13,2	0,06	0,34	10,35	10,35	7452,06	7452,34	380055,83	417334,58	-37278,75	58331,86

Tabel 7. Perhitungan Mass Curve KTH Siman Harian pada Bulan Agustus (Lanjutan)

Jam Ke	Presipitasi Rata-rata (Inflow)	Evaporasi (Outflow)	Q.in	Q.out	Vol. Inflow	V.Outflow	V.In. Kum.	V.Out. Kum.	V. In. Kum - V. Out. Kum	Volume Akhir
	m ³	m ³	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
13,4	0,06	0,34	10,35	10,35	7452,06	7452,34	387507,89	424786,93	-37279,04	58331,58
13,6	0,06	0,34	10,35	10,35	7452,06	7452,34	394959,94	432239,27	-37279,32	58331,30
13,8	0,06	0,34	10,35	10,35	7452,06	7452,34	402412,00	439691,61	-37279,61	58331,01
14	0,06	0,34	10,35	10,35	7452,06	7452,34	409864,06	447143,95	-37279,89	58330,73
14,2	0,06	0,34	10,35	10,35	7452,06	7452,34	417316,12	454596,29	-37280,18	58330,44
14,4	0,06	0,34	10,35	10,35	7452,06	7452,34	424768,18	462048,64	-37280,46	58330,16
14,6	0,06	0,34	10,35	10,35	7452,06	7452,34	432220,23	469500,98	-37280,74	58329,88
14,8	0,06	0,34	10,35	10,35	7452,06	7452,34	439672,29	476953,32	-37281,03	58329,59
15	0,06	0,34	10,35	10,35	7452,06	7452,34	447124,35	484405,66	-37281,31	58329,31
15,2	0,06	0,34	10,35	10,35	7452,06	7452,34	454576,41	491858,00	-37281,60	58329,02
15,4	0,06	0,34	10,35	10,35	7452,06	7452,34	462028,47	499310,35	-37281,88	58328,74
15,6	0,06	0,34	10,35	10,35	7452,06	7452,34	469480,52	506762,69	-37282,17	58328,45
15,8	0,06	0,34	10,35	10,35	7452,06	7452,34	476932,58	514215,03	-37282,45	58328,17
16	0,06	0,34	10,35	10,35	7452,06	7452,34	484384,64	521667,37	-37282,73	58327,89
16,2	0,06	0,34	10,35	10,35	7452,06	7452,34	491836,70	529119,72	-37283,02	58327,60
16,4	0,06	0,34	10,35	10,35	7452,06	7452,34	499288,76	536572,06	-37283,30	58327,32
16,6	0,06	0,34	10,35	0,00	7452,06	0,34	506740,81	536572,40	-29831,59	65779,03
16,8	0,06	0,34	10,35	0,00	7452,06	0,34	514192,87	536572,74	-22379,87	73230,75
17	0,06	0,34	10,35	0,00	7452,06	0,34	521644,93	536573,08	-14928,15	80682,47
17,2	0,06	0,34	10,35	0,00	7452,06	0,34	529096,99	536573,43	-7476,44	88134,18
17,4	0,06	0,34	10,35	0,00	7452,06	0,34	536549,05	536573,77	-24,72	95585,90
17,6	0,06	0,34	0,00	10,35	0,06	7452,34	536549,10	544026,11	-7477,01	88133,61
17,8	0,06	0,34	0,00	10,35	0,06	7452,34	536549,16	551478,45	-14929,29	80681,33
18	0,06	0,34	0,00	10,35	0,06	7452,34	536549,22	558930,80	-22381,58	73229,04
18,2	0,06	0,34	0,00	10,35	0,06	7452,34	536549,28	566383,14	-29833,86	65776,76
18,4	0,06	0,34	0,00	10,35	0,06	7452,34	536549,34	573835,48	-37286,14	58324,48
18,6	0,06	0,34	10,35	10,35	7452,06	7452,34	544001,39	581287,82	-37286,43	58324,19
18,8	0,06	0,34	10,35	10,35	7452,06	7452,34	551453,45	588740,16	-37286,71	58323,91
19	0,06	0,34	10,35	10,35	7452,06	7452,34	558905,51	596192,51	-37287,00	58323,62
19,2	0,06	0,34	10,35	10,35	7452,06	7452,34	566357,57	603644,85	-37287,28	58323,34
19,4	0,06	0,34	10,35	10,35	7452,06	7452,34	573809,63	611097,19	-37287,56	58323,06
19,6	0,06	0,34	10,35	10,35	7452,06	7452,34	581261,68	618549,53	-37287,85	58322,77
19,8	0,06	0,34	10,35	10,35	7452,06	7452,34	588713,74	626001,87	-37288,13	58322,49
20	0,06	0,34	10,35	10,35	7452,06	7452,34	596165,80	633454,22	-37288,42	58322,20
20,2	0,06	0,34	10,35	10,35	7452,06	7452,34	603617,86	640906,56	-37288,70	58321,92

Tabel 7. Perhitungan Mass Curve KTH Siman Harian pada Bulan Agustus (Lanjutan)

Jam Ke	Presipitasi Rata-rata (Inflow)	Evaporasi (Outflow)	Q.in	Q.out	Vol. Inflow	V.Outflow	V.In. Kum.	V.Out. Kum.	V. In. Kum - V. Out. Kum	Volume Akhir
	m ³	m ³	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
20,4	0,06	0,34	10,35	10,35	7452,06	7452,34	611069,92	648358,90	-37288,99	58321,63
20,6	0,06	0,34	10,35	10,35	7452,06	7452,34	618521,97	655811,24	-37289,27	58321,35
20,8	0,06	0,34	10,35	10,35	7452,06	7452,34	625974,03	663263,59	-37289,55	58321,07
21	0,06	0,34	10,35	10,35	7452,06	7452,34	633426,09	670715,93	-37289,84	58320,78
21,2	0,06	0,34	10,35	10,35	7452,06	7452,34	640878,15	678168,27	-37290,12	58320,50
21,4	0,06	0,34	10,35	10,35	7452,06	7452,34	648330,21	685620,61	-37290,41	58320,21
21,6	0,06	0,34	10,35	10,35	7452,06	7452,34	655782,26	693072,95	-37290,69	58319,93
21,8	0,06	0,34	10,35	10,35	7452,06	7452,34	663234,32	700525,30	-37290,97	58319,65
22	0,06	0,34	10,35	10,35	7452,06	7452,34	670686,38	707977,64	-37291,26	58319,36
22,2	0,06	0,34	10,35	10,35	7452,06	7452,34	678138,44	715429,98	-37291,54	58319,08
22,4	0,06	0,34	10,35	0,00	7452,06	0,34	685590,50	715430,32	-29839,83	65770,79
22,6	0,06	0,34	10,35	0,00	7452,06	0,34	693042,55	715430,66	-22388,11	73222,51
22,8	0,06	0,34	10,35	0,00	7452,06	0,34	700494,61	715431,01	-14936,40	80674,22
23	0,06	0,34	10,35	0,00	7452,06	0,34	707946,67	715431,35	-7484,68	88125,94
23,2	0,06	0,34	10,35	0,00	7452,06	0,34	715398,73	715431,69	-32,96	95577,66
23,4	0,06	0,34	0,00	0,00	0,06	0,34	715398,79	715432,03	-33,25	95577,37
23,6	0,06	0,34	0,00	0,00	0,06	0,34	715398,84	715432,38	-33,53	95577,09
23,8	0,06	0,34	0,00	0,00	0,06	0,34	715398,90	715432,72	-33,82	95576,80
24	0,06	0,34	0,00	0,00	0,06	0,34	715398,96	715433,06	-34,10	95576,52

Tabel 8. Perhitungan Mass Curve KTH Siman Harian pada Bulan September

Jam Ke	Presipitasi Rata-rata (Inflow)	Evaporasi (Outflow)	Q.in	Q.out	Vol. Inflow	V.Outflow	V.In. Kum.	V.Out. Kum.	V. In. Kum - V. Out. Kum	Volume Akhir
	m ³	m ³	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	95576,52
0,2	0,39	0,40	0,00	10,70	0,39	7704,40	0,39	7704,40	-7704,00	87872,52
0,4	0,39	0,40	0,00	10,70	0,39	7704,40	0,78	15408,79	-15408,01	80168,51
0,6	0,39	0,40	0,00	10,70	0,39	7704,40	1,18	23113,19	-23112,01	72464,51
0,8	0,39	0,40	0,00	10,70	0,39	7704,40	1,57	30817,58	-30816,01	64760,51
1	0,39	0,40	0,00	10,70	0,39	7704,40	1,96	38521,98	-38520,02	57056,50
1,2	0,39	0,40	10,70	10,70	7704,39	7704,40	7706,35	46226,37	-38520,02	57056,50
1,4	0,39	0,40	10,70	10,70	7704,39	7704,40	15410,74	53930,77	-38520,02	57056,50
1,6	0,39	0,40	10,70	10,70	7704,39	7704,40	23115,14	61635,16	-38520,03	57056,49
1,8	0,39	0,40	10,70	10,70	7704,39	7704,40	30819,53	69339,56	-38520,03	57056,49
2	0,39	0,40	10,70	10,70	7704,39	7704,40	38523,92	77043,96	-38520,04	57056,48
2,2	0,39	0,40	10,70	10,70	7704,39	7704,40	46228,31	84748,35	-38520,04	57056,48
2,4	0,39	0,40	10,70	10,70	7704,39	7704,40	53932,70	92452,75	-38520,04	57056,48
2,6	0,39	0,40	10,70	10,70	7704,39	7704,40	61637,10	100157,14	-38520,05	57056,47
2,8	0,39	0,40	10,70	10,70	7704,39	7704,40	69341,49	107861,54	-38520,05	57056,47
3	0,39	0,40	10,70	10,70	7704,39	7704,40	77045,88	115565,93	-38520,05	57056,47
3,2	0,39	0,40	10,70	10,70	7704,39	7704,40	84750,27	123270,33	-38520,06	57056,46
3,4	0,39	0,40	10,70	10,70	7704,39	7704,40	92454,66	130974,72	-38520,06	57056,46
3,6	0,39	0,40	10,70	10,70	7704,39	7704,40	100159,06	138679,12	-38520,06	57056,46
3,8	0,39	0,40	10,70	10,70	7704,39	7704,40	107863,45	146383,51	-38520,07	57056,45
4	0,39	0,40	10,70	10,70	7704,39	7704,40	115567,84	154087,91	-38520,07	57056,45
4,2	0,39	0,40	10,70	10,70	7704,39	7704,40	123272,23	161792,31	-38520,07	57056,45
4,4	0,39	0,40	10,70	10,70	7704,39	7704,40	130976,62	169496,70	-38520,08	57056,44
4,6	0,39	0,40	10,70	10,70	7704,39	7704,40	138681,02	177201,10	-38520,08	57056,44
4,8	0,39	0,40	10,70	10,70	7704,39	7704,40	146385,41	184905,49	-38520,08	57056,44
5	0,39	0,40	10,70	0,00	7704,39	0,40	154089,80	184905,89	-30816,09	64760,43
5,2	0,39	0,40	10,70	0,00	7704,39	0,40	161794,19	184906,28	-23112,09	72464,43
5,4	0,39	0,40	10,70	0,00	7704,39	0,40	169498,58	184906,68	-15408,09	80168,43
5,6	0,39	0,40	10,70	0,00	7704,39	0,40	177202,98	184907,07	-7704,10	87872,42
5,8	0,39	0,40	10,70	0,00	7704,39	0,40	184907,37	184907,47	-0,10	95576,42
6	0,39	0,40	0,00	10,70	0,39	7704,40	184907,76	192611,87	-7704,11	87872,41
6,2	0,39	0,40	0,00	10,70	0,39	7704,40	184908,15	200316,26	-15408,11	80168,41
6,4	0,39	0,40	0,00	10,70	0,39	7704,40	184908,54	208020,66	-23112,11	72464,41

Tabel 8. Perhitungan Mass Curve KTH Siman Harian pada Bulan September (Lanjutan)

Jam Ke	Presipitasi Rata-rata (Inflow)	Evaporasi (Outflow)	Q.in	Q.out	Vol. Inflow	V.Outflow	V.In. Kum.	V.Out. Kum.	V. In. Kum - V. Out. Kum	Volume Akhir
	m ³	m ³	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
6,6	0,39	0,40	0,00	10,70	0,39	7704,40	184908,94	215725,05	-30816,12	64760,40
6,8	0,39	0,40	0,00	10,70	0,39	7704,40	184909,33	223429,45	-38520,12	57056,40
7	0,39	0,40	10,70	10,70	7704,39	7704,40	192613,72	231133,84	-38520,12	57056,40
7,2	0,39	0,40	10,70	10,70	7704,39	7704,40	200318,11	238838,24	-38520,13	57056,39
7,4	0,39	0,40	10,70	10,70	7704,39	7704,40	208022,50	246542,63	-38520,13	57056,39
7,6	0,39	0,40	10,70	10,70	7704,39	7704,40	215726,90	254247,03	-38520,13	57056,39
7,8	0,39	0,40	10,70	10,70	7704,39	7704,40	223431,29	261951,42	-38520,14	57056,38
8	0,39	0,40	10,70	10,70	7704,39	7704,40	231135,68	269655,82	-38520,14	57056,38
8,2	0,39	0,40	10,70	10,70	7704,39	7704,40	238840,07	277360,22	-38520,14	57056,38
8,4	0,39	0,40	10,70	10,70	7704,39	7704,40	246544,46	285064,61	-38520,15	57056,37
8,6	0,39	0,40	10,70	10,70	7704,39	7704,40	254248,86	292769,01	-38520,15	57056,37
8,8	0,39	0,40	10,70	10,70	7704,39	7704,40	261953,25	300473,40	-38520,15	57056,37
9	0,39	0,40	10,70	10,70	7704,39	7704,40	269657,64	308177,80	-38520,16	57056,36
9,2	0,39	0,40	10,70	10,70	7704,39	7704,40	277362,03	315882,19	-38520,16	57056,36
9,4	0,39	0,40	10,70	10,70	7704,39	7704,40	285066,42	323586,59	-38520,16	57056,36
9,6	0,39	0,40	10,70	10,70	7704,39	7704,40	292770,82	331290,98	-38520,17	57056,35
9,8	0,39	0,40	10,70	10,70	7704,39	7704,40	300475,21	338995,38	-38520,17	57056,35
10	0,39	0,40	10,70	10,70	7704,39	7704,40	308179,60	346699,78	-38520,18	57056,34
10,2	0,39	0,40	10,70	10,70	7704,39	7704,40	315883,99	354404,17	-38520,18	57056,34
10,4	0,39	0,40	10,70	10,70	7704,39	7704,40	323588,38	362108,57	-38520,18	57056,34
10,6	0,39	0,40	10,70	10,70	7704,39	7704,40	331292,78	369812,96	-38520,19	57056,33
10,8	0,39	0,40	10,70	0,00	7704,39	0,40	338997,17	369813,36	-30816,19	64760,33
11	0,39	0,40	10,70	0,00	7704,39	0,40	346701,56	369813,75	-23112,19	72464,33
11,2	0,39	0,40	10,70	0,00	7704,39	0,40	354405,95	369814,15	-15408,20	80168,32
11,4	0,39	0,40	10,70	0,00	7704,39	0,40	362110,34	369814,54	-7704,20	87872,32
11,6	0,39	0,40	10,70	0,00	7704,39	0,40	369814,74	369814,94	-0,20	95576,32
11,8	0,39	0,40	0,00	10,70	0,39	7704,40	369815,13	377519,33	-7704,21	87872,31
12	0,39	0,40	0,00	10,70	0,39	7704,40	369815,52	385223,73	-15408,21	80168,31
12,2	0,39	0,40	0,00	10,70	0,39	7704,40	369815,91	392928,13	-23112,21	72464,31
12,4	0,39	0,40	0,00	10,70	0,39	7704,40	369816,30	400632,52	-30816,22	64760,30
12,6	0,39	0,40	0,00	10,70	0,39	7704,40	369816,70	408336,92	-38520,22	57056,30
12,8	0,39	0,40	10,70	10,70	7704,39	7704,40	377521,09	416041,31	-38520,22	57056,30
13	0,39	0,40	10,70	10,70	7704,39	7704,40	385225,48	423745,71	-38520,23	57056,29
13,2	0,39	0,40	10,70	10,70	7704,39	7704,40	392929,87	431450,10	-38520,23	57056,29

Tabel 8. Perhitungan Mass Curve KTH Siman Harian pada Bulan September (Lanjutan)

Jam Ke	Presipitasi Rata-rata (Inflow)	Evaporasi (Outflow)	Q.in	Q.out	Vol. Inflow	V.Outflow	V.In. Kum.	V.Out. Kum.	V. In. Kum - V. Out. Kum	Volume Akhir
	m ³	m ³	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
13,4	0,39	0,40	10,70	10,70	7704,39	7704,40	400634,26	439154,50	-38520,23	57056,29
13,6	0,39	0,40	10,70	10,70	7704,39	7704,40	408338,66	446858,89	-38520,24	57056,28
13,8	0,39	0,40	10,70	10,70	7704,39	7704,40	416043,05	454563,29	-38520,24	57056,28
14	0,39	0,40	10,70	10,70	7704,39	7704,40	423747,44	462267,69	-38520,25	57056,27
14,2	0,39	0,40	10,70	10,70	7704,39	7704,40	431451,83	469972,08	-38520,25	57056,27
14,4	0,39	0,40	10,70	10,70	7704,39	7704,40	439156,22	477676,48	-38520,25	57056,27
14,6	0,39	0,40	10,70	10,70	7704,39	7704,40	446860,62	485380,87	-38520,26	57056,26
14,8	0,39	0,40	10,70	10,70	7704,39	7704,40	454565,01	493085,27	-38520,26	57056,26
15	0,39	0,40	10,70	10,70	7704,39	7704,40	462269,40	500789,66	-38520,26	57056,26
15,2	0,39	0,40	10,70	10,70	7704,39	7704,40	469973,79	508494,06	-38520,27	57056,25
15,4	0,39	0,40	10,70	10,70	7704,39	7704,40	477678,18	516198,45	-38520,27	57056,25
15,6	0,39	0,40	10,70	10,70	7704,39	7704,40	485382,58	523902,85	-38520,27	57056,25
15,8	0,39	0,40	10,70	10,70	7704,39	7704,40	493086,97	531607,24	-38520,28	57056,24
16	0,39	0,40	10,70	10,70	7704,39	7704,40	500791,36	539311,64	-38520,28	57056,24
16,2	0,39	0,40	10,70	10,70	7704,39	7704,40	508495,75	547016,04	-38520,28	57056,24
16,4	0,39	0,40	10,70	10,70	7704,39	7704,40	516200,14	554720,43	-38520,29	57056,23
16,6	0,39	0,40	10,70	0,00	7704,39	0,40	523904,54	554720,83	-30816,29	64760,23
16,8	0,39	0,40	10,70	0,00	7704,39	0,40	531608,93	554721,22	-23112,29	72464,23
17	0,39	0,40	10,70	0,00	7704,39	0,40	539313,32	554721,62	-15408,30	80168,22
17,2	0,39	0,40	10,70	0,00	7704,39	0,40	547017,71	554722,01	-7704,30	87872,22
17,4	0,39	0,40	10,70	0,00	7704,39	0,40	554722,10	554722,41	-0,30	95576,22
17,6	0,39	0,40	0,00	10,70	0,39	7704,40	554722,50	562426,80	-7704,31	87872,21
17,8	0,39	0,40	0,00	10,70	0,39	7704,40	554722,89	570131,20	-15408,31	80168,21
18	0,39	0,40	0,00	10,70	0,39	7704,40	554723,28	577835,60	-23112,31	72464,20
18,2	0,39	0,40	0,00	10,70	0,39	7704,40	554723,67	585539,99	-30816,32	64760,20
18,4	0,39	0,40	0,00	10,70	0,39	7704,40	554724,06	593244,39	-38520,32	57056,20
18,6	0,39	0,40	10,70	10,70	7704,39	7704,40	562428,46	600948,78	-38520,33	57056,19
18,8	0,39	0,40	10,70	10,70	7704,39	7704,40	570132,85	608653,18	-38520,33	57056,19
19	0,39	0,40	10,70	10,70	7704,39	7704,40	577837,24	616357,57	-38520,33	57056,19
19,2	0,39	0,40	10,70	10,70	7704,39	7704,40	585541,63	624061,97	-38520,34	57056,18
19,4	0,39	0,40	10,70	10,70	7704,39	7704,40	593246,02	631766,36	-38520,34	57056,18
19,6	0,39	0,40	10,70	10,70	7704,39	7704,40	600950,42	639470,76	-38520,34	57056,18
19,8	0,39	0,40	10,70	10,70	7704,39	7704,40	608654,81	647175,15	-38520,35	57056,17
20	0,39	0,40	10,70	10,70	7704,39	7704,40	616359,20	654879,55	-38520,35	57056,17
20,2	0,39	0,40	10,70	10,70	7704,39	7704,40	624063,59	662583,95	-38520,35	57056,17

Tabel 8. Perhitungan Mass Curve KTH Siman Harian pada Bulan September (Lanjutan)

Jam Ke	Presipitasi Rata-rata (Inflow)	Evaporasi (Outflow)	Q.in	Q.out	Vol. Inflow	V.Outflow	V.In. Kum.	V.Out. Kum.	V. In. Kum - V. Out. Kum	Volume Akhir
	m ³	m ³	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
20,4	0,39	0,40	10,70	10,70	7704,39	7704,40	631767,98	670288,34	-38520,36	57056,16
20,6	0,39	0,40	10,70	10,70	7704,39	7704,40	639472,38	677992,74	-38520,36	57056,16
20,8	0,39	0,40	10,70	10,70	7704,39	7704,40	647176,77	685697,13	-38520,36	57056,16
21	0,39	0,40	10,70	10,70	7704,39	7704,40	654881,16	693401,53	-38520,37	57056,15
21,2	0,39	0,40	10,70	10,70	7704,39	7704,40	662585,55	701105,92	-38520,37	57056,15
21,4	0,39	0,40	10,70	10,70	7704,39	7704,40	670289,94	708810,32	-38520,37	57056,15
21,6	0,39	0,40	10,70	10,70	7704,39	7704,40	677994,34	716514,71	-38520,38	57056,14
21,8	0,39	0,40	10,70	10,70	7704,39	7704,40	685698,73	724219,11	-38520,38	57056,14
22	0,39	0,40	10,70	10,70	7704,39	7704,40	693403,12	731923,51	-38520,38	57056,13
22,2	0,39	0,40	10,70	10,70	7704,39	7704,40	701107,51	739627,90	-38520,39	57056,13
22,4	0,39	0,40	10,70	0,00	7704,39	0,40	708811,90	739628,30	-30816,39	64760,13
22,6	0,39	0,40	10,70	0,00	7704,39	0,40	716516,30	739628,69	-23112,40	72464,12
22,8	0,39	0,40	10,70	0,00	7704,39	0,40	724220,69	739629,09	-15408,40	80168,12
23	0,39	0,40	10,70	0,00	7704,39	0,40	731925,08	739629,48	-7704,40	87872,12
23,2	0,39	0,40	10,70	0,00	7704,39	0,40	739629,47	739629,88	-0,41	95576,11
23,4	0,39	0,40	0,00	0,00	0,39	0,40	739629,86	739630,27	-0,41	95576,11
23,6	0,39	0,40	0,00	0,00	0,39	0,40	739630,26	739630,67	-0,41	95576,11
23,8	0,39	0,40	0,00	0,00	0,39	0,40	739630,65	739631,06	-0,42	95576,10
24	0,39	0,40	0,00	0,00	0,39	0,40	739631,04	739631,46	-0,42	95576,10

Tabel 9. Perhitungan Mass Curve KTH Siman Harian pada Bulan Oktober

Jam Ke	Presipitasi Rata-rata (Inflow)	Evaporasi (Outflow)	Q.in	Q.out	Vol. Inflow	V.Outflow	V.In. Kum.	V.Out. Kum.	V. In. Kum - V. Out. Kum	Volume Akhir
	m ³	m ³	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0	0		0	0	0	0	0	0	0	95576,1
0,2	1,08	0,36	0,00	10,36	1,08	7459,56	1,08	7459,56	-7458,48	88117,62
0,4	1,08	0,36	0,00	10,36	1,08	7459,56	2,15	14919,12	-14916,97	80659,13
0,6	1,08	0,36	0,00	10,36	1,08	7459,56	3,23	22378,68	-22375,45	73200,65
0,8	1,08	0,36	0,00	10,36	1,08	7459,56	4,30	29838,24	-29833,94	65742,16
1	1,08	0,36	0,00	10,36	1,08	7459,56	5,38	37297,80	-37292,42	58283,68
1,2	1,08	0,36	10,36	10,36	7460,28	7459,56	7465,65	44757,36	-37291,71	58284,39
1,4	1,08	0,36	10,36	10,36	7460,28	7459,56	14925,93	52216,92	-37290,99	58285,11
1,6	1,08	0,36	10,36	10,36	7460,28	7459,56	22386,20	59676,48	-37290,28	58285,82
1,8	1,08	0,36	10,36	10,36	7460,28	7459,56	29846,48	67136,04	-37289,56	58286,54
2	1,08	0,36	10,36	10,36	7460,28	7459,56	37306,75	74595,60	-37288,85	58287,25
2,2	1,08	0,36	10,36	10,36	7460,28	7459,56	44767,03	82055,16	-37288,13	58287,97
2,4	1,08	0,36	10,36	10,36	7460,27	7459,56	52227,30	89514,72	-37287,42	58288,68
2,6	1,08	0,36	10,36	10,36	7460,28	7459,56	59687,58	96974,28	-37286,70	58289,40
2,8	1,08	0,36	10,36	10,36	7460,27	7459,56	67147,85	104433,84	-37285,99	58290,11
3	1,08	0,36	10,36	10,36	7460,28	7459,56	74608,13	111893,40	-37285,27	58290,83
3,2	1,08	0,36	10,36	10,36	7460,28	7459,56	82068,40	119352,96	-37284,56	58291,54
3,4	1,08	0,36	10,36	10,36	7460,27	7459,56	89528,68	126812,52	-37283,84	58292,26
3,6	1,08	0,36	10,36	10,36	7460,28	7459,56	96988,95	134272,08	-37283,13	58292,97
3,8	1,08	0,36	10,36	10,36	7460,27	7459,56	104449,23	141731,64	-37282,41	58293,69
4	1,08	0,36	10,36	10,36	7460,28	7459,56	111909,50	149191,20	-37281,70	58294,40
4,2	1,08	0,36	10,36	10,36	7460,28	7459,56	119369,78	156650,76	-37280,98	58295,12
4,4	1,08	0,36	10,36	10,36	7460,28	7459,56	126830,05	164110,32	-37280,27	58295,83
4,6	1,08	0,36	10,36	10,36	7460,27	7459,56	134290,33	171569,88	-37279,55	58296,55
4,8	1,08	0,36	10,36	10,36	7460,28	7459,56	141750,60	179029,44	-37278,84	58297,26
5	1,08	0,36	10,36	0,00	7460,28	0,36	149210,88	179029,80	-29818,92	65757,18
5,2	1,08	0,36	10,36	0,00	7460,28	0,36	156671,15	179030,16	-22359,01	73217,09
5,4	1,08	0,36	10,36	0,00	7460,28	0,36	164131,43	179030,52	-14899,09	80677,01
5,6	1,08	0,36	10,36	0,00	7460,27	0,36	171591,70	179030,88	-7439,18	88136,92
5,8	1,08	0,36	10,36	0,00	7460,28	0,36	179051,98	179031,24	20,74	95596,84
6	1,08	0,36	0,00	10,36	1,08	7459,56	179053,05	186490,80	-7437,75	88138,35
6,2	1,08	0,36	0,00	10,36	1,08	7459,56	179054,13	193950,36	-14896,23	80679,87
6,4	1,08	0,36	0,00	10,36	1,08	7459,56	179055,20	201409,92	-22354,72	73221,38

Tabel 9. Perhitungan Mass Curve KTH Siman Harian pada Bulan Oktober (Lanjutan)

Jam Ke	Presipitasi Rata-rata (Inflow)	Evaporasi (Outflow)	Q.in	Q.out	Vol. Inflow	V.Outflow	V.In. Kum.	V.Out. Kum.	V. In. Kum - V. Out. Kum	Volume Akhir
	m ³	m ³	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
6,6	1,08	0,36	0,00	10,36	1,08	7459,56	179056,28	208869,48	-29813,20	65762,90
6,8	1,08	0,36	0,00	10,36	1,08	7459,56	179057,35	216329,04	-37271,69	58304,41
7	1,08	0,36	10,36	10,36	7460,28	7459,56	186517,63	223788,60	-37270,97	58305,13
7,2	1,08	0,36	10,36	10,36	7460,28	7459,56	193977,90	231248,16	-37270,26	58305,84
7,4	1,08	0,36	10,36	10,36	7460,28	7459,56	201438,18	238707,72	-37269,54	58306,56
7,6	1,08	0,36	10,36	10,36	7460,27	7459,56	208898,45	246167,28	-37268,83	58307,27
7,8	1,08	0,36	10,36	10,36	7460,28	7459,56	216358,73	253626,84	-37268,11	58307,99
8	1,08	0,36	10,36	10,36	7460,28	7459,56	223819,00	261086,40	-37267,40	58308,70
8,2	1,08	0,36	10,36	10,36	7460,27	7459,56	231279,28	268545,96	-37266,68	58309,42
8,4	1,08	0,36	10,36	10,36	7460,28	7459,56	238739,55	276005,52	-37265,97	58310,13
8,6	1,08	0,36	10,36	10,36	7460,27	7459,56	246199,83	283465,08	-37265,25	58310,85
8,8	1,08	0,36	10,36	10,36	7460,28	7459,56	253660,10	290924,64	-37264,54	58311,56
9	1,08	0,36	10,36	10,36	7460,27	7459,56	261120,38	298384,20	-37263,82	58312,28
9,2	1,08	0,36	10,36	10,36	7460,27	7459,56	268580,65	305843,76	-37263,11	58312,99
9,4	1,08	0,36	10,36	10,36	7460,28	7459,56	276040,93	313303,32	-37262,39	58313,71
9,6	1,08	0,36	10,36	10,36	7460,27	7459,56	283501,20	320762,88	-37261,68	58314,42
9,8	1,08	0,36	10,36	10,36	7460,28	7459,56	290961,48	328222,44	-37260,96	58315,14
10	1,08	0,36	10,36	10,36	7460,27	7459,56	298421,75	335682,00	-37260,25	58315,85
10,2	1,08	0,36	10,36	10,36	7460,27	7459,56	305882,03	343141,56	-37259,53	58316,57
10,4	1,08	0,36	10,36	10,36	7460,28	7459,56	313342,30	350601,12	-37258,82	58317,28
10,6	1,08	0,36	10,36	10,36	7460,27	7459,56	320802,58	358060,68	-37258,10	58318,00
10,8	1,08	0,36	10,36	0,00	7460,28	0,36	328262,85	358061,04	-29798,19	65777,91
11	1,08	0,36	10,36	0,00	7460,27	0,36	335723,13	358061,40	-22338,27	73237,83
11,2	1,08	0,36	10,36	0,00	7460,27	0,36	343183,40	358061,76	-14878,36	80697,74
11,4	1,08	0,36	10,36	0,00	7460,28	0,36	350643,68	358062,12	-7418,44	88157,66
11,6	1,08	0,36	10,36	0,00	7460,27	0,36	358103,95	358062,48	41,47	95617,57
11,8	1,08	0,36	0,00	10,36	1,08	7459,56	358105,03	365522,04	-7417,01	88159,09
12	1,08	0,36	0,00	10,36	1,08	7459,56	358106,10	372981,60	-14875,50	80700,60
12,2	1,08	0,36	0,00	10,36	1,08	7459,56	358107,18	380441,15	-22333,98	73242,12
12,4	1,08	0,36	0,00	10,36	1,08	7459,56	358108,25	387900,71	-29792,46	65783,64
12,6	1,08	0,36	0,00	10,36	1,08	7459,56	358109,33	395360,27	-37250,95	58325,15
12,8	1,08	0,36	10,36	10,36	7460,28	7459,56	365569,60	402819,83	-37250,23	58325,87
13	1,08	0,36	10,36	10,36	7460,27	7459,56	373029,88	410279,39	-37249,52	58326,58
13,2	1,08	0,36	10,36	10,36	7460,27	7459,56	380490,15	417738,95	-37248,80	58327,30

Tabel 9. Perhitungan Mass Curve KTH Siman Harian pada Bulan Oktober (Lanjutan)

Jam Ke	Presipitasi Rata-rata (Inflow)	Evaporasi (Outflow)	Q.in	Q.out	Vol. Inflow	V.Outflow	V.In. Kum.	V.Out. Kum.	V. In. Kum - V. Out. Kum	Volume Akhir
	m ³	m ³	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
13,4	1,08	0,36	10,36	10,36	7460,28	7459,56	387950,43	425198,51	-37248,09	58328,01
13,6	1,08	0,36	10,36	10,36	7460,27	7459,56	395410,70	432658,07	-37247,37	58328,73
13,8	1,08	0,36	10,36	10,36	7460,28	7459,56	402870,98	440117,63	-37246,66	58329,44
14	1,08	0,36	10,36	10,36	7460,27	7459,56	410331,25	447577,19	-37245,94	58330,16
14,2	1,08	0,36	10,36	10,36	7460,27	7459,56	417791,53	455036,75	-37245,23	58330,87
14,4	1,08	0,36	10,36	10,36	7460,28	7459,56	425251,80	462496,31	-37244,51	58331,59
14,6	1,08	0,36	10,36	10,36	7460,27	7459,56	432712,08	469955,87	-37243,80	58332,30
14,8	1,08	0,36	10,36	10,36	7460,28	7459,56	440172,35	477415,43	-37243,08	58333,02
15	1,08	0,36	10,36	10,36	7460,27	7459,56	447632,63	484874,99	-37242,37	58333,73
15,2	1,08	0,36	10,36	10,36	7460,27	7459,56	455092,90	492334,55	-37241,65	58334,45
15,4	1,08	0,36	10,36	10,36	7460,28	7459,56	462553,18	499794,11	-37240,94	58335,16
15,6	1,08	0,36	10,36	10,36	7460,27	7459,56	470013,45	507253,67	-37240,22	58335,88
15,8	1,08	0,36	10,36	10,36	7460,28	7459,56	477473,73	514713,23	-37239,51	58336,59
16	1,08	0,36	10,36	10,36	7460,27	7459,56	484934,00	522172,79	-37238,79	58337,31
16,2	1,08	0,36	10,36	10,36	7460,27	7459,56	492394,28	529632,35	-37238,08	58338,02
16,4	1,08	0,36	10,36	10,36	7460,27	7459,56	499854,55	537091,91	-37237,36	58338,74
16,6	1,08	0,36	10,36	0,00	7460,28	0,36	507314,83	537092,27	-29777,45	65798,65
16,8	1,08	0,36	10,36	0,00	7460,27	0,36	514775,10	537092,63	-22317,53	73258,57
17	1,08	0,36	10,36	0,00	7460,27	0,36	522235,38	537092,99	-14857,62	80718,48
17,2	1,08	0,36	10,36	0,00	7460,27	0,36	529695,65	537093,35	-7397,70	88178,40
17,4	1,08	0,36	10,36	0,00	7460,27	0,36	537155,93	537093,71	62,21	95638,31
17,6	1,08	0,36	0,00	10,36	1,08	7459,56	537157,00	544553,27	-7396,27	88179,83
17,8	1,08	0,36	0,00	10,36	1,08	7459,56	537158,07	552012,83	-14854,76	80721,34
18	1,08	0,36	0,00	10,36	1,08	7459,56	537159,15	559472,39	-22313,24	73262,86
18,2	1,08	0,36	0,00	10,36	1,08	7459,56	537160,22	566931,95	-29771,73	65804,37
18,4	1,08	0,36	0,00	10,36	1,08	7459,56	537161,30	574391,51	-37230,21	58345,89
18,6	1,08	0,36	10,36	10,36	7460,28	7459,56	544621,57	581851,07	-37229,50	58346,60
18,8	1,08	0,36	10,36	10,36	7460,27	7459,56	552081,85	589310,63	-37228,78	58347,32
19	1,08	0,36	10,36	10,36	7460,27	7459,56	559542,13	596770,19	-37228,07	58348,03
19,2	1,08	0,36	10,36	10,36	7460,27	7459,56	567002,40	604229,75	-37227,35	58348,75
19,4	1,08	0,36	10,36	10,36	7460,27	7459,56	574462,68	611689,31	-37226,64	58349,46
19,6	1,08	0,36	10,36	10,36	7460,28	7459,56	581922,95	619148,87	-37225,92	58350,18
19,8	1,08	0,36	10,36	10,36	7460,27	7459,56	589383,23	626608,43	-37225,21	58350,89
20	1,08	0,36	10,36	10,36	7460,27	7459,56	596843,50	634067,99	-37224,49	58351,61
20,2	1,08	0,36	10,36	10,36	7460,27	7459,56	604303,78	641527,55	-37223,78	58352,32

Tabel 9. Perhitungan Mass Curve KTH Siman Harian pada Bulan Oktober (Lanjutan)

Jam Ke	Presipitasi Rata-rata (Inflow)	Evaporasi (Outflow)	Q.in	Q.out	Vol. Inflow	V.Outflow	V.In. Kum.	V.Out. Kum.	V. In. Kum - V. Out. Kum	Volume Akhir
	m ³	m ³	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
20,4	1,08	0,36	10,36	10,36	7460,27	7459,56	611764,05	648987,11	-37223,06	58353,04
20,6	1,08	0,36	10,36	10,36	7460,28	7459,56	619224,33	656446,67	-37222,35	58353,75
20,8	1,08	0,36	10,36	10,36	7460,27	7459,56	626684,60	663906,23	-37221,63	58354,47
21	1,08	0,36	10,36	10,36	7460,27	7459,56	634144,88	671365,79	-37220,92	58355,18
21,2	1,08	0,36	10,36	10,36	7460,27	7459,56	641605,15	678825,35	-37220,20	58355,90
21,4	1,08	0,36	10,36	10,36	7460,27	7459,56	649065,43	686284,91	-37219,49	58356,61
21,6	1,08	0,36	10,36	10,36	7460,28	7459,56	656525,70	693744,47	-37218,77	58357,33
21,8	1,08	0,36	10,36	10,36	7460,27	7459,56	663985,98	701204,03	-37218,06	58358,04
22	1,08	0,36	10,36	10,36	7460,27	7459,56	671446,25	708663,59	-37217,34	58358,76
22,2	1,08	0,36	10,36	10,36	7460,27	7459,56	678906,53	716123,15	-37216,63	58359,47
22,4	1,08	0,36	10,36	0,00	7460,27	0,36	686366,80	716123,51	-29756,71	65819,39
22,6	1,08	0,36	10,36	0,00	7460,28	0,36	693827,08	716123,87	-22296,80	73279,30
22,8	1,08	0,36	10,36	0,00	7460,27	0,36	701287,35	716124,23	-14836,88	80739,22
23	1,08	0,36	10,36	0,00	7460,27	0,36	708747,63	716124,59	-7376,97	88199,13
23,2	1,08	0,36	10,36	0,00	7460,27	0,36	716207,90	716124,95	82,95	95659,05
23,4	1,08	0,36	0,00	0,00	1,08	0,36	716208,98	716125,31	83,66	95659,76
23,6	1,08	0,36	0,00	0,00	1,08	0,36	716210,05	716125,67	84,38	95660,48
23,8	1,08	0,36	0,00	0,00	1,08	0,36	716211,13	716126,03	85,09	95661,19
24	1,08	0,36	0,00	0,00	1,08	0,36	716212,20	716126,39	85,81	95661,91

Tabel 10. Perhitungan Mass Curve KTH Siman Harian pada Bulan November

Jam Ke	Presipitasi Rata-rata (Inflow)	Evaporasi (Outflow)	Q.in	Q.out	Vol. Inflow	V.Outflow	V.In. Kum.	V.Out. Kum.	V. In. Kum - V. Out. Kum	Volume Akhir
	m ³	m ³	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	95661,91
0,2	2,38	0,31	0,00	10,72	2,38	7718,71	2,38	7718,71	-7716,33	87945,58
0,4	2,38	0,31	0,00	10,72	2,38	7718,71	4,77	15437,42	-15432,66	80229,25
0,6	2,38	0,31	0,00	10,72	2,38	7718,71	7,15	23156,14	-23148,99	72512,92
0,8	2,38	0,31	0,00	10,72	2,38	7718,71	9,53	30874,85	-30865,32	64796,59
1	2,38	0,31	0,00	10,72	2,38	7718,71	11,92	38593,56	-38581,65	57080,26
1,2	2,38	0,31	10,71	10,72	7713,58	7718,71	7725,50	46312,27	-38586,77	57075,14
1,4	2,38	0,31	10,71	10,72	7713,58	7718,71	15439,08	54030,98	-38591,90	57070,01
1,6	2,38	0,31	10,71	10,72	7713,58	7718,71	23152,66	61749,70	-38597,03	57064,88
1,8	2,38	0,31	10,71	10,72	7713,58	7718,71	30866,25	69468,41	-38602,16	57059,75
2	2,38	0,31	10,71	10,72	7713,58	7718,71	38579,83	77187,12	-38607,29	57054,62
2,2	2,38	0,31	10,71	10,72	7713,58	7718,71	46293,41	84905,83	-38612,42	57049,49
2,4	2,38	0,31	10,71	10,72	7713,58	7718,71	54007,00	92624,55	-38617,55	57044,36
2,6	2,38	0,31	10,71	10,72	7713,58	7718,71	61720,58	100343,26	-38622,68	57039,23
2,8	2,38	0,31	10,71	10,72	7713,58	7718,71	69434,16	108061,97	-38627,81	57034,10
3	2,38	0,31	10,71	10,72	7713,58	7718,71	77147,75	115780,68	-38632,94	57028,97
3,2	2,38	0,31	10,71	10,72	7713,58	7718,71	84861,33	123499,39	-38638,07	57023,84
3,4	2,38	0,31	10,71	10,72	7713,58	7718,71	92574,91	131218,11	-38643,19	57018,72
3,6	2,38	0,31	10,71	10,72	7713,58	7718,71	100288,49	138936,82	-38648,32	57013,59
3,8	2,38	0,31	10,71	10,72	7713,58	7718,71	108002,08	146655,53	-38653,45	57008,46
4	2,38	0,31	10,71	10,72	7713,58	7718,71	115715,66	154374,24	-38658,58	57003,33
4,2	2,38	0,31	10,71	10,72	7713,58	7718,71	123429,24	162092,95	-38663,71	56998,20
4,4	2,38	0,31	10,71	10,72	7713,58	7718,71	131142,83	169811,67	-38668,84	56993,07
4,6	2,38	0,31	10,71	10,72	7713,58	7718,71	138856,41	177530,38	-38673,97	56987,94
4,8	2,38	0,31	10,71	10,72	7713,58	7718,71	146569,99	185249,09	-38679,10	56982,81
5	2,38	0,31	10,71	0,00	7713,58	0,31	154283,58	185249,40	-30965,83	64696,08
5,2	2,38	0,31	10,71	0,00	7713,58	0,31	161997,16	185249,71	-23252,56	72409,35
5,4	2,38	0,31	10,71	0,00	7713,58	0,31	169710,74	185250,03	-15539,29	80122,62
5,6	2,38	0,31	10,71	0,00	7713,58	0,31	177424,32	185250,34	-7826,01	87835,90
5,8	2,38	0,31	10,71	0,00	7713,58	0,31	185137,91	185250,65	-112,74	95549,17
6	2,38	0,31	0,00	10,72	2,38	7718,71	185140,29	192969,36	-7829,07	87832,84
6,2	2,38	0,31	0,00	10,72	2,38	7718,71	185142,67	200688,07	-15545,40	80116,51
6,4	2,38	0,31	0,00	10,72	2,38	7718,71	185145,06	208406,79	-23261,73	72400,18

Tabel 10. Perhitungan Mass Curve KTH Siman Harian pada Bulan November (Lanjutan)

Jam Ke	Presipitasi Rata-rata (Inflow)	Evaporasi (Outflow)	Q.in	Q.out	Vol. Inflow	V.Outflow	V.In. Kum.	V.Out. Kum.	V. In. Kum - V. Out. Kum	Volume Akhir
	m ³	m ³	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
1	2,38	0,31	0,00	10,72	2,38	7718,71	185147,44	216125,50	-30978,06	64683,85
6,6	2,38	0,31	0,00	10,72	2,38	7718,71	185149,82	223844,21	-38694,39	56967,52
6,8	2,38	0,31	10,71	10,72	7713,58	7718,71	192863,41	231562,92	-38699,52	56962,39
7	2,38	0,31	10,71	10,72	7713,58	7718,71	200576,99	239281,64	-38704,65	56957,26
7,2	2,38	0,31	10,71	10,72	7713,58	7718,71	208290,57	247000,35	-38709,78	56952,13
7,4	2,38	0,31	10,71	10,72	7713,58	7718,71	216004,15	254719,06	-38714,91	56947,00
7,6	2,38	0,31	10,71	10,72	7713,58	7718,71	223717,74	262437,77	-38720,03	56941,88
7,8	2,38	0,31	10,71	10,72	7713,58	7718,71	231431,32	270156,48	-38725,16	56936,75
8	2,38	0,31	10,71	10,72	7713,58	7718,71	239144,90	277875,20	-38730,29	56931,62
8,2	2,38	0,31	10,71	10,72	7713,58	7718,71	246858,49	285593,91	-38735,42	56926,49
8,4	2,38	0,31	10,71	10,72	7713,58	7718,71	254572,07	293312,62	-38740,55	56921,36
8,6	2,38	0,31	10,71	10,72	7713,58	7718,71	262285,65	301031,33	-38745,68	56916,23
8,8	2,38	0,31	10,71	10,72	7713,58	7718,71	269999,24	308750,04	-38750,81	56911,10
9	2,38	0,31	10,71	10,72	7713,58	7718,71	277712,82	316468,76	-38755,94	56905,97
9,2	2,38	0,31	10,71	10,72	7713,58	7718,71	285426,40	324187,47	-38761,07	56900,84
9,4	2,38	0,31	10,71	10,72	7713,58	7718,71	293139,98	331906,18	-38766,20	56895,71
9,6	2,38	0,31	10,71	10,72	7713,58	7718,71	300853,57	339624,89	-38771,33	56890,58
9,8	2,38	0,31	10,71	10,72	7713,58	7718,71	308567,15	347343,60	-38776,45	56885,46
10	2,38	0,31	10,71	10,72	7713,58	7718,71	316280,73	355062,32	-38781,58	56880,33
10,2	2,38	0,31	10,71	10,72	7713,58	7718,71	323994,32	362781,03	-38786,71	56875,20
10,4	2,38	0,31	10,71	10,72	7713,58	7718,71	331707,90	370499,74	-38791,84	56870,07
10,6	2,38	0,31	10,71	0,00	7713,58	0,31	339421,48	370500,05	-31078,57	64583,34
10,8	2,38	0,31	10,71	0,00	7713,58	0,31	347135,07	370500,36	-23365,30	72296,61
11	2,38	0,31	10,71	0,00	7713,58	0,31	354848,65	370500,68	-15652,03	80009,88
11,2	2,38	0,31	10,71	0,00	7713,58	0,31	362562,23	370500,99	-7938,76	87723,15
11,4	2,38	0,31	10,71	0,00	7713,58	0,31	370275,81	370501,30	-225,49	95436,42
11,6	2,38	0,31	0,00	10,72	2,38	7718,71	370278,20	378220,01	-7941,82	87720,09
11,8	2,38	0,31	0,00	10,72	2,38	7718,71	370280,58	385938,73	-15658,14	80003,76
12	2,38	0,31	0,00	10,72	2,38	7718,71	370282,96	393657,44	-23374,47	72287,44
12,2	2,38	0,31	0,00	10,72	2,38	7718,71	370285,35	401376,15	-31090,80	64571,11
12,4	2,38	0,31	0,00	10,72	2,38	7718,71	370287,73	409094,86	-38807,13	56854,78
12,6	2,38	0,31	10,71	10,72	7713,58	7718,71	378001,31	416813,57	-38812,26	56849,65
12,8	2,38	0,31	10,71	10,72	7713,58	7718,71	385714,90	424532,29	-38817,39	56844,52
13	2,38	0,31	10,71	10,72	7713,58	7718,71	393428,48	432251,00	-38822,52	56839,39
13,2	2,38	0,31	10,71	10,72	7713,58	7718,71				

Tabel 10. Perhitungan Mass Curve KTH Siman Harian pada Bulan November (Lanjutan)

Jam Ke	Presipitasi Rata-rata (Inflow)	Evaporasi (Outflow)	Q.in	Q.out	Vol. Inflow	V.Outflow	V.In. Kum.	V.Out. Kum.	V. In. Kum - V. Out. Kum	Volume Akhir
	m ³	m ³	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
13,4	2,38	0,31	10,71	10,72	7713,58	7718,71	401142,06	439969,71	-38827,65	56834,26
13,6	2,38	0,31	10,71	10,72	7713,58	7718,71	408855,64	447688,42	-38832,78	56829,13
13,8	2,38	0,31	10,71	10,72	7713,58	7718,71	416569,23	455407,13	-38837,91	56824,00
14	2,38	0,31	10,71	10,72	7713,58	7718,71	424282,81	463125,85	-38843,04	56818,87
14,2	2,38	0,31	10,71	10,72	7713,58	7718,71	431996,39	470844,56	-38848,16	56813,75
14,4	2,38	0,31	10,71	10,72	7713,58	7718,71	439709,98	478563,27	-38853,29	56808,62
14,6	2,38	0,31	10,71	10,72	7713,58	7718,71	447423,56	486281,98	-38858,42	56803,49
14,8	2,38	0,31	10,71	10,72	7713,58	7718,71	455137,14	494000,69	-38863,55	56798,36
15	2,38	0,31	10,71	10,72	7713,58	7718,71	462850,73	501719,41	-38868,68	56793,23
15,2	2,38	0,31	10,71	10,72	7713,58	7718,71	470564,31	509438,12	-38873,81	56788,10
15,4	2,38	0,31	10,71	10,72	7713,58	7718,71	478277,89	517156,83	-38878,94	56782,97
15,6	2,38	0,31	10,71	10,72	7713,58	7718,71	485991,47	524875,54	-38884,07	56777,84
15,8	2,38	0,31	10,71	10,72	7713,58	7718,71	493705,06	532594,25	-38889,20	56772,71
16	2,38	0,31	10,71	10,72	7713,58	7718,71	501418,64	540312,97	-38894,33	56767,58
16,2	2,38	0,31	10,71	10,72	7713,58	7718,71	509132,22	548031,68	-38899,46	56762,45
16,4	2,38	0,31	10,71	10,72	7713,58	7718,71	516845,81	555750,39	-38904,58	56757,33
16,6	2,38	0,31	10,71	0,00	7713,58	0,31	524559,39	555750,70	-31191,31	64470,60
16,8	2,38	0,31	10,71	0,00	7713,58	0,31	532272,97	555751,02	-23478,04	72183,87
17	2,38	0,31	10,71	0,00	7713,58	0,31	539986,56	555751,33	-15764,77	79897,14
17,2	2,38	0,31	10,71	0,00	7713,58	0,31	547700,14	555751,64	-8051,50	87610,41
17,4	2,38	0,31	10,71	0,00	7713,58	0,31	555413,72	555751,95	-338,23	95323,68
17,6	2,38	0,31	0,00	10,72	2,38	7718,71	555416,10	563470,66	-8054,56	87607,35
17,8	2,38	0,31	0,00	10,72	2,38	7718,71	555418,49	571189,38	-15770,89	79891,02
18	2,38	0,31	0,00	10,72	2,38	7718,71	555420,87	578908,09	-23487,22	72174,69
18,2	2,38	0,31	0,00	10,72	2,38	7718,71	555423,25	586626,80	-31203,55	64458,36
18,4	2,38	0,31	0,00	10,72	2,38	7718,71	555425,64	594345,51	-38919,88	56742,03
18,6	2,38	0,31	10,71	10,72	7713,58	7718,71	563139,22	602064,22	-38925,00	56736,91
18,8	2,38	0,31	10,71	10,72	7713,58	7718,71	570852,80	609782,94	-38930,13	56731,78
19	2,38	0,31	10,71	10,72	7713,58	7718,71	578566,39	617501,65	-38935,26	56726,65
19,2	2,38	0,31	10,71	10,72	7713,58	7718,71	586279,97	625220,36	-38940,39	56721,52
19,4	2,38	0,31	10,71	10,72	7713,58	7718,71	593993,55	632939,07	-38945,52	56716,39
19,6	2,38	0,31	10,71	10,72	7713,58	7718,71	601707,13	640657,78	-38950,65	56711,26
19,8	2,38	0,31	10,71	10,72	7713,58	7718,71	609420,72	648376,50	-38955,78	56706,13
20	2,38	0,31	10,71	10,72	7713,58	7718,71	617134,30	656095,21	-38960,91	56701,00
20,2	2,38	0,31	10,71	10,72	7713,58	7718,71	624847,88	663813,92	-38966,04	56695,87

Tabel 10. Perhitungan Mass Curve KTH Siman Harian pada Bulan November (Lanjutan)

Jam Ke	Presipitasi Rata-rata (Inflow)	Evaporasi (Outflow)	Q.in	Q.out	Vol. Inflow	V.Outflow	V.In. Kum.	V.Out. Kum.	V. In. Kum - V. Out. Kum	Volume Akhir
	m ³	m ³	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
20,4	2,38	0,31	10,71	10,72	7713,58	7718,71	632561,47	671532,63	-38971,17	56690,74
20,6	2,38	0,31	10,71	10,72	7713,58	7718,71	640275,05	679251,34	-38976,30	56685,61
20,8	2,38	0,31	10,71	10,72	7713,58	7718,71	647988,63	686970,06	-38981,42	56680,49
21	2,38	0,31	10,71	10,72	7713,58	7718,71	655702,22	694688,77	-38986,55	56675,36
21,2	2,38	0,31	10,71	10,72	7713,58	7718,71	663415,80	702407,48	-38991,68	56670,23
21,4	2,38	0,31	10,71	10,72	7713,58	7718,71	671129,38	710126,19	-38996,81	56665,10
21,6	2,38	0,31	10,71	10,72	7713,58	7718,71	678842,96	717844,91	-39001,94	56659,97
21,8	2,38	0,31	10,71	10,72	7713,58	7718,71	686556,55	725563,62	-39007,07	56654,84
22	2,38	0,31	10,71	10,72	7713,58	7718,71	694270,13	733282,33	-39012,20	56649,71
22,2	2,38	0,31	10,71	10,72	7713,58	7718,71	701983,71	741001,04	-39017,33	56644,58
22,4	2,38	0,31	10,71	0,00	7713,58	0,31	709697,30	741001,35	-31304,06	64357,85
22,6	2,38	0,31	10,71	0,00	7713,58	0,31	717410,88	741001,67	-23590,79	72071,12
22,8	2,38	0,31	10,71	0,00	7713,58	0,31	725124,46	741001,98	-15877,52	79784,39
23	2,38	0,31	10,71	0,00	7713,58	0,31	732838,05	741002,29	-8164,24	87497,67
23,2	2,38	0,31	10,71	0,00	7713,58	0,31	740551,63	741002,60	-450,97	95210,94
23,4	2,38	0,31	0,00	0,00	2,38	0,31	740554,01	741002,91	-448,90	95213,01
23,6	2,38	0,31	0,00	0,00	2,38	0,31	740556,39	741003,23	-446,83	95215,08
23,8	2,38	0,31	0,00	0,00	2,38	0,31	740558,78	741003,54	-444,76	95217,15
24	2,38	0,31	0,00	0,00	2,38	0,31	740561,16	741003,85	-442,69	95219,22

Tabel 11. Perhitungan Mass Curve KTH Siman Harian pada Bulan Desember

Jam Ke	Presipitasi Rata-rata (Inflow)	Evaporasi (Outflow)	Q.in	Q.out	Vol. Inflow	V.Outflow	V.In. Kum.	V.Out. Kum.	V. In. Kum - V. Out. Kum	Volume Akhir
	m ³	m ³	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	95219,22
0,2	2,41	0,25	0,00	10,33	2,41	7437,85	2,41	7437,85	-7435,44	87783,78
0,4	2,41	0,25	0,00	10,33	2,41	7437,85	4,82	14875,70	-14870,88	80348,34
0,6	2,41	0,25	0,00	10,33	2,41	7437,85	7,22	22313,54	-22306,32	72912,90
0,8	2,41	0,25	0,00	10,33	2,41	7437,85	9,63	29751,39	-29741,76	65477,46
1	2,41	0,25	0,00	10,33	2,41	7437,85	12,04	37189,24	-37177,20	58042,02
1,2	2,41	0,25	10,37	10,33	7468,81	7437,85	7480,85	44627,09	-37146,24	58072,98
1,4	2,41	0,25	10,37	10,33	7468,81	7437,85	14949,66	52064,94	-37115,28	58103,94
1,6	2,41	0,25	10,37	10,33	7468,81	7437,85	22418,46	59502,79	-37084,32	58134,90
1,8	2,41	0,25	10,37	10,33	7468,81	7437,85	29887,27	66940,63	-37053,36	58165,86
2	2,41	0,25	10,37	10,33	7468,81	7437,85	37356,08	74378,48	-37022,40	58196,82
2,2	2,41	0,25	10,37	10,33	7468,81	7437,85	44824,89	81816,33	-36991,44	58227,78
2,4	2,41	0,25	10,37	10,33	7468,81	7437,85	52293,70	89254,18	-36960,48	58258,74
2,6	2,41	0,25	10,37	10,33	7468,81	7437,85	59762,50	96692,03	-36929,52	58289,70
2,8	2,41	0,25	10,37	10,33	7468,81	7437,85	67231,31	104129,88	-36898,56	58320,66
3	2,41	0,25	10,37	10,33	7468,81	7437,85	74700,12	111567,72	-36867,60	58351,62
3,2	2,41	0,25	10,37	10,33	7468,81	7437,85	82168,93	119005,57	-36836,64	58382,58
3,4	2,41	0,25	10,37	10,33	7468,81	7437,85	89637,74	126443,42	-36805,68	58413,54
3,6	2,41	0,25	10,37	10,33	7468,81	7437,85	97106,54	133881,27	-36774,72	58444,50
3,8	2,41	0,25	10,37	10,33	7468,81	7437,85	104575,35	141319,12	-36743,76	58475,46
4	2,41	0,25	10,37	10,33	7468,81	7437,85	112044,16	148756,97	-36712,81	58506,41
4,2	2,41	0,25	10,37	10,33	7468,81	7437,85	119512,97	156194,81	-36681,85	58537,37
4,4	2,41	0,25	10,37	10,33	7468,81	7437,85	126981,78	163632,66	-36650,89	58568,33
4,6	2,41	0,25	10,37	10,33	7468,81	7437,85	134450,58	171070,51	-36619,93	58599,29
4,8	2,41	0,25	10,37	10,33	7468,81	7437,85	141919,39	178508,36	-36588,97	58630,25
5	2,41	0,25	10,37	0,00	7468,81	0,25	149388,20	178508,61	-29120,41	66098,81
5,2	2,41	0,25	10,37	0,00	7468,81	0,25	156857,01	178508,85	-21651,85	73567,37
5,4	2,41	0,25	10,37	0,00	7468,81	0,25	164325,82	178509,10	-14183,29	81035,93
5,6	2,41	0,25	10,37	0,00	7468,81	0,25	171794,62	178509,35	-6714,73	88504,49
5,8	2,41	0,25	10,37	0,00	7468,81	0,25	179263,43	178509,60	753,83	95973,05
6	2,41	0,25	0,00	10,33	2,41	7437,85	179265,84	185947,45	-6681,61	88537,61
6,2	2,41	0,25	0,00	10,33	2,41	7437,85	179268,25	193385,30	-14117,05	81102,17
6,4	2,41	0,25	0,00	10,33	2,41	7437,85	179270,66	200823,14	-21552,49	73666,73

Tabel 11. Perhitungan Mass Curve KTH Siman Harian pada Bulan Desember (Lanjutan)

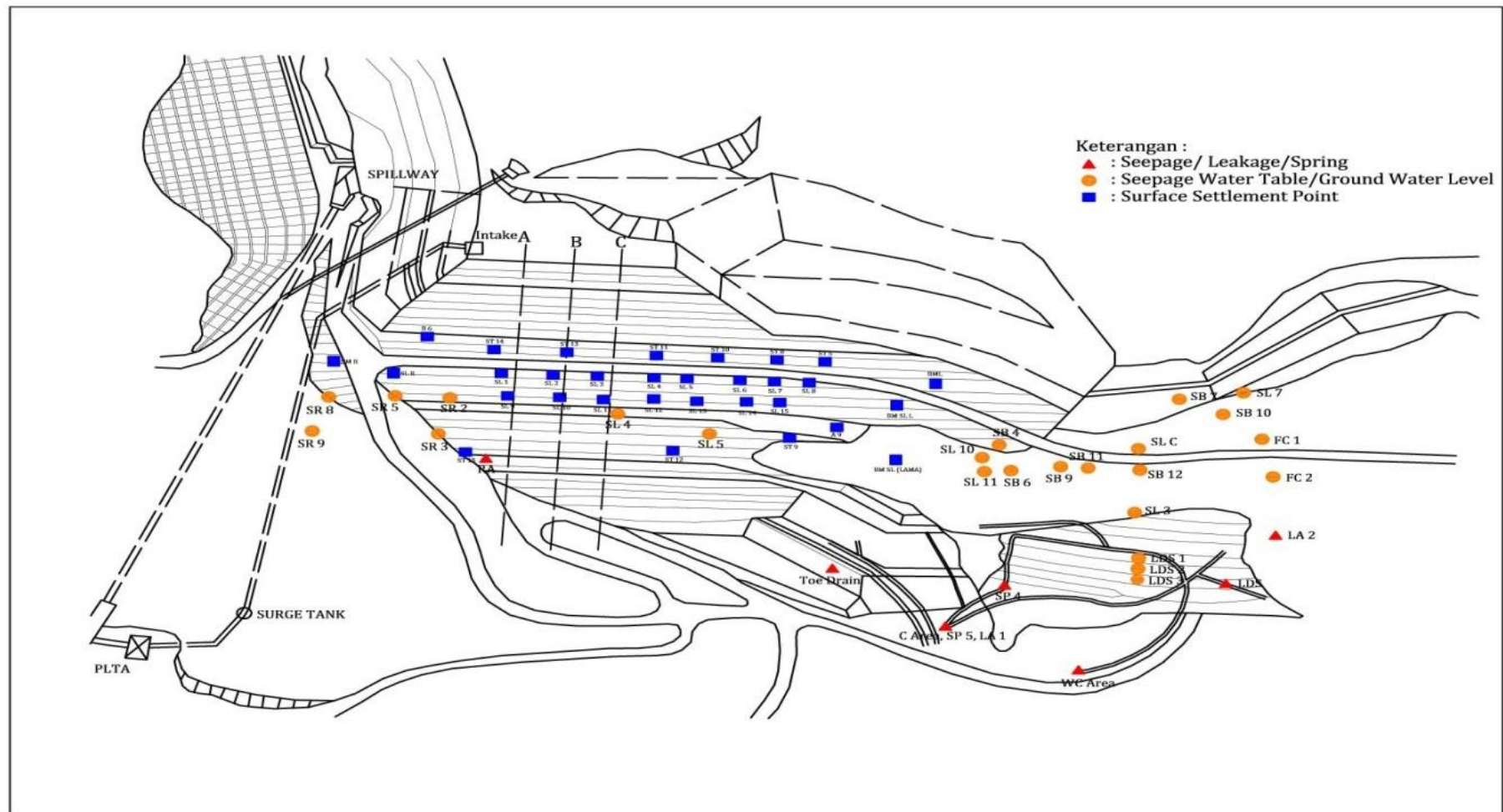
Jam Ke	Presipitasi Rata-rata (Inflow)	Evaporasi (Outflow)	Q.in	Q.out	Vol. Inflow	V.Outflow	V.In. Kum.	V.Out. Kum.	V. In. Kum - V. Out. Kum	Volume Akhir
	m ³	m ³	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
6,6	2,41	0,25	0,00	10,33	2,41	7437,85	179273,06	208260,99	-28987,93	66231,29
6,8	2,41	0,25	0,00	10,33	2,41	7437,85	179275,47	215698,84	-36423,37	58795,85
7	2,41	0,25	10,37	10,33	7468,81	7437,85	186744,28	223136,69	-36392,41	58826,81
7,2	2,41	0,25	10,37	10,33	7468,81	7437,85	194213,09	230574,54	-36361,45	58857,77
7,4	2,41	0,25	10,37	10,33	7468,81	7437,85	201681,90	238012,39	-36330,49	58888,73
7,6	2,41	0,25	10,37	10,33	7468,81	7437,85	209150,70	245450,23	-36299,53	58919,69
7,8	2,41	0,25	10,37	10,33	7468,81	7437,85	216619,51	252888,08	-36268,57	58950,65
8	2,41	0,25	10,37	10,33	7468,81	7437,85	224088,32	260325,93	-36237,61	58981,61
8,2	2,41	0,25	10,37	10,33	7468,81	7437,85	231557,13	267763,78	-36206,65	59012,57
8,4	2,41	0,25	10,37	10,33	7468,81	7437,85	239025,94	275201,63	-36175,69	59043,53
8,6	2,41	0,25	10,37	10,33	7468,81	7437,85	246494,74	282639,47	-36144,73	59074,49
8,8	2,41	0,25	10,37	10,33	7468,81	7437,85	253963,55	290077,32	-36113,77	59105,45
9	2,41	0,25	10,37	10,33	7468,81	7437,85	261432,36	297515,17	-36082,81	59136,41
9,2	2,41	0,25	10,37	10,33	7468,81	7437,85	268901,17	304953,02	-36051,85	59167,37
9,4	2,41	0,25	10,37	10,33	7468,81	7437,85	276369,98	312390,87	-36020,89	59198,33
9,6	2,41	0,25	10,37	10,33	7468,81	7437,85	283838,78	319828,72	-35989,93	59229,29
9,8	2,41	0,25	10,37	10,33	7468,81	7437,85	291307,59	327266,56	-35958,97	59260,25
10	2,41	0,25	10,37	10,33	7468,81	7437,85	298776,40	334704,41	-35928,01	59291,21
10,2	2,41	0,25	10,37	10,33	7468,81	7437,85	306245,21	342142,26	-35897,05	59322,17
10,4	2,41	0,25	10,37	10,33	7468,81	7437,85	313714,02	349580,11	-35866,09	59353,13
10,6	2,41	0,25	10,37	10,33	7468,81	7437,85	321182,82	357017,96	-35835,13	59384,09
10,8	2,41	0,25	10,37	0,00	7468,81	0,25	328651,63	357018,21	-28366,57	66852,65
11	2,41	0,25	10,37	0,00	7468,81	0,25	336120,44	357018,45	-20898,01	74321,21
11,2	2,41	0,25	10,37	0,00	7468,81	0,25	343589,25	357018,70	-13429,45	81789,77
11,4	2,41	0,25	10,37	0,00	7468,81	0,25	351058,06	357018,95	-5960,89	89258,33
11,6	2,41	0,25	10,37	0,00	7468,81	0,25	358526,86	357019,20	1507,67	96726,89
11,8	2,41	0,25	0,00	10,33	2,41	7437,85	358529,27	364457,05	-5927,77	89291,45
12	2,41	0,25	0,00	10,33	2,41	7437,85	358531,68	371894,90	-13363,22	81856,00
12,2	2,41	0,25	0,00	10,33	2,41	7437,85	358534,09	379332,74	-20798,66	74420,56
12,4	2,41	0,25	0,00	10,33	2,41	7437,85	358536,50	386770,59	-28234,10	66985,12
12,6	2,41	0,25	0,00	10,33	2,41	7437,85	358538,90	394208,44	-35669,54	59549,68
12,8	2,41	0,25	10,37	10,33	7468,81	7437,85	366007,71	401646,29	-35638,58	59580,64
13	2,41	0,25	10,37	10,33	7468,81	7437,85	373476,52	409084,14	-35607,62	59611,60
13,2	2,41	0,25	10,37	10,33	7468,81	7437,85	380945,33	416521,98	-35576,66	59642,56

Tabel 11. Perhitungan Mass Curve KTH Siman Harian pada Bulan Desember (Lanjutan)

Jam Ke	Presipitasi Rata-rata (Inflow)	Evaporasi (Outflow)	Q.in	Q.out	Vol. Inflow	V.Outflow	V.In. Kum.	V.Out. Kum.	V. In. Kum - V. Out. Kum	Volume Akhir
	m ³	m ³	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
13,4	2,41	0,25	10,37	10,33	7468,81	7437,85	388414,14	423959,83	-35545,70	59673,52
13,6	2,41	0,25	10,37	10,33	7468,81	7437,85	395882,94	431397,68	-35514,74	59704,48
13,8	2,41	0,25	10,37	10,33	7468,81	7437,85	403351,75	438835,53	-35483,78	59735,44
14	2,41	0,25	10,37	10,33	7468,81	7437,85	410820,56	446273,38	-35452,82	59766,40
14,2	2,41	0,25	10,37	10,33	7468,81	7437,85	418289,37	453711,23	-35421,86	59797,36
14,4	2,41	0,25	10,37	10,33	7468,81	7437,85	425758,18	461149,07	-35390,90	59828,32
14,6	2,41	0,25	10,37	10,33	7468,81	7437,85	433226,98	468586,92	-35359,94	59859,28
14,8	2,41	0,25	10,37	10,33	7468,81	7437,85	440695,79	476024,77	-35328,98	59890,24
15	2,41	0,25	10,37	10,33	7468,81	7437,85	448164,60	483462,62	-35298,02	59921,20
15,2	2,41	0,25	10,37	10,33	7468,81	7437,85	455633,41	490900,47	-35267,06	59952,16
15,4	2,41	0,25	10,37	10,33	7468,81	7437,85	463102,22	498338,32	-35236,10	59983,12
15,6	2,41	0,25	10,37	10,33	7468,81	7437,85	470571,02	505776,16	-35205,14	60014,08
15,8	2,41	0,25	10,37	10,33	7468,81	7437,85	478039,83	513214,01	-35174,18	60045,04
16	2,41	0,25	10,37	10,33	7468,81	7437,85	485508,64	520651,86	-35143,22	60076,00
16,2	2,41	0,25	10,37	10,33	7468,81	7437,85	492977,45	528089,71	-35112,26	60106,96
16,4	2,41	0,25	10,37	10,33	7468,81	7437,85	500446,26	535527,56	-35081,30	60137,92
16,6	2,41	0,25	10,37	0,00	7468,81	0,25	507915,06	535527,80	-27612,74	67606,48
16,8	2,41	0,25	10,37	0,00	7468,81	0,25	515383,87	535528,05	-20144,18	75075,04
17	2,41	0,25	10,37	0,00	7468,81	0,25	522852,68	535528,30	-12675,62	82543,60
17,2	2,41	0,25	10,37	0,00	7468,81	0,25	530321,49	535528,55	-5207,06	90012,16
17,4	2,41	0,25	10,37	0,00	7468,81	0,25	537790,30	535528,80	2261,50	97480,72
17,6	2,41	0,25	0,00	10,33	2,41	7437,85	537792,70	542966,65	-5173,94	90045,28
17,8	2,41	0,25	0,00	10,33	2,41	7437,85	537795,11	550404,49	-12609,38	82609,84
18	2,41	0,25	0,00	10,33	2,41	7437,85	537797,52	557842,34	-20044,82	75174,40
18,2	2,41	0,25	0,00	10,33	2,41	7437,85	537799,93	565280,19	-27480,26	67738,96
18,4	2,41	0,25	0,00	10,33	2,41	7437,85	537802,34	572718,04	-34915,70	60303,52
18,6	2,41	0,25	10,37	10,33	7468,81	7437,85	545271,14	580155,89	-34884,74	60334,48
18,8	2,41	0,25	10,37	10,33	7468,81	7437,85	552739,95	587593,74	-34853,78	60365,44
19	2,41	0,25	10,37	10,33	7468,81	7437,85	560208,76	595031,58	-34822,82	60396,40
19,2	2,41	0,25	10,37	10,33	7468,81	7437,85	567677,57	602469,43	-34791,86	60427,36
19,4	2,41	0,25	10,37	10,33	7468,81	7437,85	575146,38	609907,28	-34760,90	60458,32
19,6	2,41	0,25	10,37	10,33	7468,81	7437,85	582615,18	617345,13	-34729,94	60489,28
19,8	2,41	0,25	10,37	10,33	7468,81	7437,85	590083,99	624782,98	-34698,98	60520,24
20	2,41	0,25	10,37	10,33	7468,81	7437,85	597552,80	632220,83	-34668,03	60551,20
20,2	2,41	0,25	10,37	10,33	7468,81	7437,85	605021,61	639658,67	-34637,07	60582,15

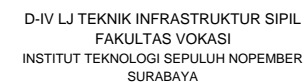
Tabel 11. Perhitungan Mass Curve KTH Siman Harian pada Bulan Desember (Lanjutan)

Jam Ke	Presipitasi Rata-rata (Inflow)	Evaporasi (Outflow)	Q.in	Q.out	Vol. Inflow	V.Outflow	V.In. Kum.	V.Out. Kum.	V. In. Kum - V. Out. Kum	Volume Akhir
	m ³	m ³	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
20,4	2,41	0,25	10,37	10,33	7468,81	7437,85	612490,42	647096,52	-34606,11	60613,11
20,6	2,41	0,25	10,37	10,33	7468,81	7437,85	619959,22	654534,37	-34575,15	60644,07
20,8	2,41	0,25	10,37	10,33	7468,81	7437,85	627428,03	661972,22	-34544,19	60675,03
21	2,41	0,25	10,37	10,33	7468,81	7437,85	634896,84	669410,07	-34513,23	60705,99
21,2	2,41	0,25	10,37	10,33	7468,81	7437,85	642365,65	676847,91	-34482,27	60736,95
21,4	2,41	0,25	10,37	10,33	7468,81	7437,85	649834,46	684285,76	-34451,31	60767,91
21,6	2,41	0,25	10,37	10,33	7468,81	7437,85	657303,26	691723,61	-34420,35	60798,87
21,8	2,41	0,25	10,37	10,33	7468,81	7437,85	664772,07	699161,46	-34389,39	60829,83
22	2,41	0,25	10,37	10,33	7468,81	7437,85	672240,88	706599,31	-34358,43	60860,79
22,2	2,41	0,25	10,37	10,33	7468,81	7437,85	679709,69	714037,16	-34327,47	60891,75
22,4	2,41	0,25	10,37	0,00	7468,81	0,25	687178,50	714037,40	-26858,91	68360,31
22,6	2,41	0,25	10,37	0,00	7468,81	0,25	694647,30	714037,65	-19390,35	75828,87
22,8	2,41	0,25	10,37	0,00	7468,81	0,25	702116,11	714037,90	-11921,79	83297,43
23	2,41	0,25	10,37	0,00	7468,81	0,25	709584,92	714038,15	-4453,23	90765,99
23,2	2,41	0,25	10,37	0,00	7468,81	0,25	717053,73	714038,40	3015,33	98234,55
23,4	2,41	0,25	0,00	0,00	2,41	0,25	717056,14	714038,65	3017,49	98236,71
23,6	2,41	0,25	0,00	0,00	2,41	0,25	717058,54	714038,89	3019,65	98238,87
23,8	2,41	0,25	0,00	0,00	2,41	0,25	717060,95	714039,14	3021,81	98241,03
24	2,41	0,25	0,00	0,00	2,41	0,25	717063,36	714039,39	3023,97	98243,19



LAYOUT WADUK SELOREJO

(Sumber : PJT 1)



Skala 1 : 3000

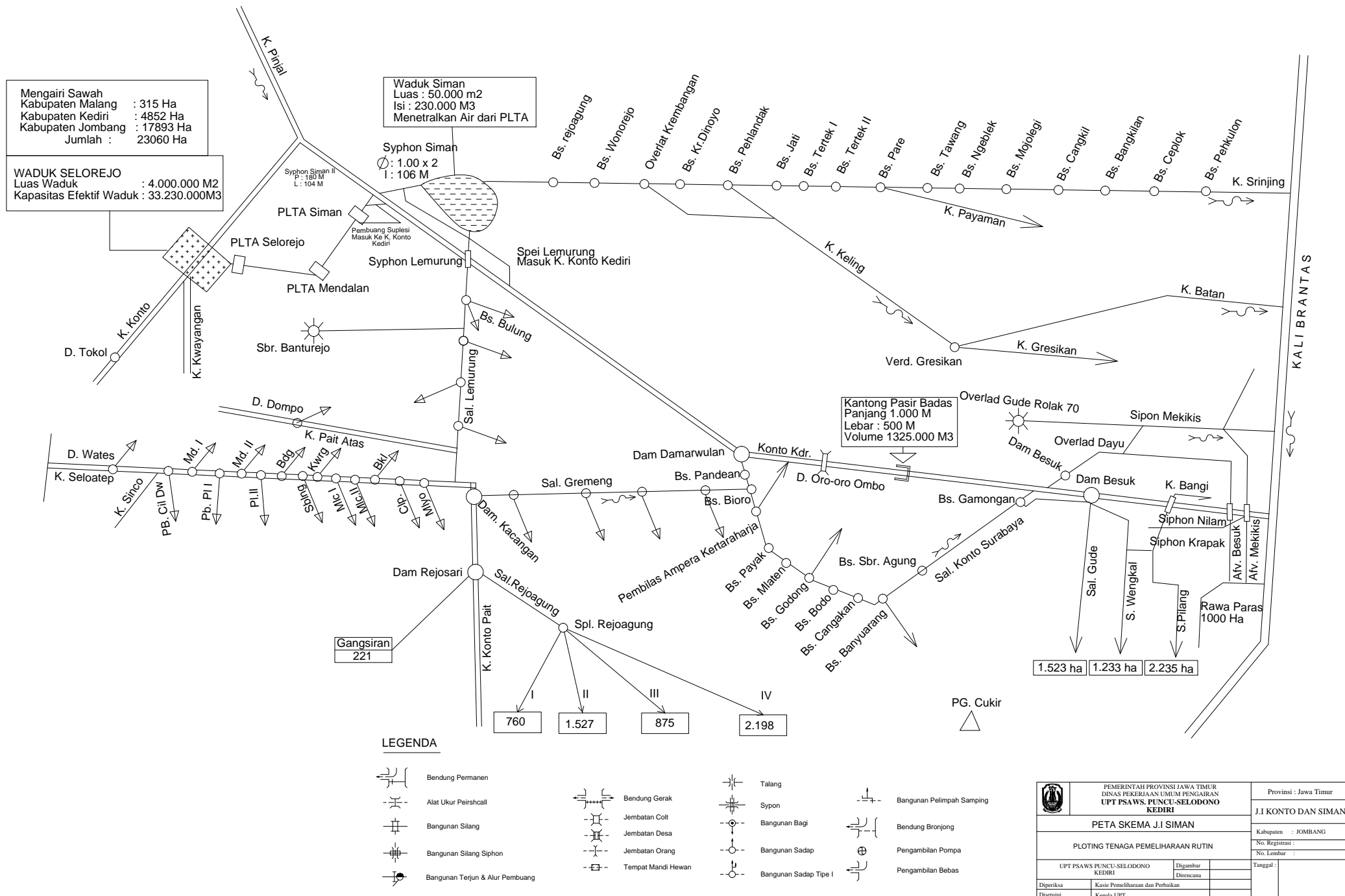
Peta Kontur Aliran Waduk Selorejo Ke Sungai Brantas

Dr. Ir. Kuntjoro MT.

Dio Dika Adhistana
3116040507

Jumlah

—





BIODATA PENULIS



Penulis memiliki nama Dio Dika Adhistana, dilahirkan di Surabaya pada 1 Agustus 1995, merupakan anak pertama dari dua bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di SDN Kemayoran I/24 Surabaya, SMP Negeri 5 Surabaya, SMA Negeri 8 Surabaya. Penulis juga telah menempuh pendidikan di Diploma-III Teknik Sipil ITS dengan gelar Ahli Madya tahun 2016. Setelah lulus dari Diploma-III Teknik Sipil ITS, penulis mengikuti seleksi ujian masuk lanjut jenjang ITS dan diterima di Departemen Teknik Infrastruktur Sipil program studi Diploma-IV ITS pada tahun 2016 dan terdaftar dengan NRP 3116040507. Di Departemen Teknik Infrastruktur Sipil ini penulis mengambil bidang studi Bangunan Air. Penulis juga sempat mengikuti kerja praktek di CV. Mitra Cipta Engineering Surabaya pada proyek Rumah Pompa Gunung Anyar tahun 2015. Pada program studi Diploma-III Teknik Sipil ITS, penulis mengambil judul tugas akhir “Evaluasi Sistem Drainase Terminal 2 Bandara Internasional Juanda Sidoarjo-Jawa Timur”. Penulis pernah aktif dalam beberapa Organisasi Mahasiswa yaitu HMDS FTSP ITS (Himpunan Mahasiswa Diploma Teknik Sipil FTSP-ITS 2013). Selain itu penulis juga aktif dalam berbagai kepanitiaan yang ada selama menjadi mahasiswa di Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Penulis juga pernah mengikuti seminar nasional.